



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 46 910 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 27/08**

⑦1 Aktenzeichen: 100 46 910.8  
⑦2 Anmeldetag: 21. 9. 2000  
④3 Offenlegungstag: 10. 5. 2001

DE 100 46 910 A 1

③0 Unionspriorität:  
P 11-305262 27. 10. 1999 JP  
⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦4 Vertreter:  
Prüfer und Kollegen, 81545 München

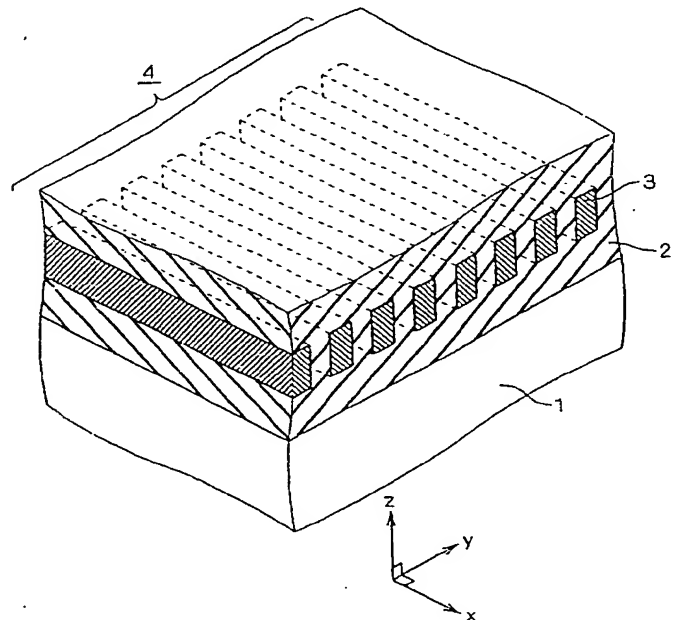
⑦2 Erfinder:  
Maeda, Shigenobu, Tokio/Tokyo, JP; Yamamoto,  
Kazuya, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Halbleitervorrichtung

⑤7 Ein Kondensator kleiner Größe mit niedrigen Leistungsverlusten mit einem niedrigen parasitären Widerstand wird durch Annehmen von Metallleitungen als Leitungen in einer Linien- und Zwischenraumstruktur erhalten, um Kapazitäten zwischen den benachbarten Metallleitungen zu benutzen. Eine Mehrzahl von Leitungen (3), die sich jeweils in einer Richtung (x) erstrecken und aus Metallen, wie beispielsweise Al und Cu, bestehen, sind in einer Richtung (y) in vorbestimmten Intervallen angeordnet, wodurch eine Linien- und Zwischenraumstruktur (4) gebildet wird. Die Linien- und Zwischenraumstruktur (4) ist auf einem Siliziumsubstrat (1) gebildet. Auf dem Siliziumsubstrat (1) ist eine Isolierschicht (2), die zum Beispiel aus einer Siliziumoxidschicht besteht, gebildet, um eine elektrische Trennung zwischen benachbarten Leitungen (3) vorzusehen.



BEST AVAILABLE COPY

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleitervorrichtung, insbesondere auf die Struktur einer Halbleitervorrichtung mit einem Kondensator.

Fig. 39 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines in einer LSI (Large Scale Integration, Hochintegration) benutzten, bei der Anwenderin vorhandenen Kondensators. Auf einem Halbleitersubstrat 101 ist eine Isolierschicht 120 gebildet, auf der eine Isolierschicht 103 und ein Kondensator mit einem Paar von Polysiliziumschichten 102, 104, welche die Isolierschicht 103 nach Sandwichart einschließen, gebildet sind. Eine Zwischenschichtisolierschicht 105 ist auf dem Kondensator gebildet, und Metallleitungen 106, 107 sind selektiv auf der Zwischenschichtisolierschicht 105 gebildet. Die Metallleitungen 106, 107 sind elektrisch mit dem Polysiliziumschichten 102, 104 durch Kontaktlöcher 108, 109, welche in der Zwischenschichtisolierschicht 105 gebildet sind, entsprechend elektrisch verbunden.

Fig. 40 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines anderen, bei der Anwenderin vorhandenen Kondensators. Eine Zwischenschichtisolierschicht 112 und ein Kondensator, der Metallleitungen 110, 111 ausweist, welche quer zur Zwischenschichtisolierschicht 112 gegenüberliegen, sind auf der Isolierschicht 120 gebildet.

In dem bei der Anwenderin vorhandenen Kondensator in Fig. 39 besitzen die Polysiliziumschichten 102 und 104 einen hohen parasitären Widerstand, so daß sein Äquivalentschaltbild wie in Fig. 41 gezeigt ist. Hohe Leistungsverluste aufgrund parasitärer Widerstände R101, R102 machen den Kondensator für eine analoge Schaltung nutzlos.

In dem in Fig. 40 gezeigten Kondensator ermöglicht andererseits die Benutzung der Metallleitungen 110, 111, daß der Kondensator einen niedrigen parasitären Widerstand und niedrige Leistungsverluste (Spannungs- bzw. Stromverluste) besitzt. Jedoch, da die Zwischenschichtisolierschicht 112 dick ist (ungefähr 1 µm für eine Vorrichtung unter Verwenden von 0,2-µm-Entwurfregeln), ist eine große Fläche notwendig, um einen Hochkapazitäts-Kondensator zu erhalten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Kondensator kleiner Größe und eines niedrigen Leistungsverlustes vorzusehen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung ist auf eine Halbleitervorrichtung gerichtet mit: einer unterhalb liegenden Schicht mit einer Hauptoberfläche und einem Kondensator, der auf der Hauptoberfläche der unterhalb liegenden Schicht gebildet ist. Der Kondensator hat mindestens eine Linien- und Zwischenraumstruktur, in der eine Mehrzahl von Metallleitungen, die sich jeweils in eine erste Richtung der Hauptoberfläche erstrecken, elektrisch voneinander durch eine Isolierschicht getrennt sind und in einer zweiten Richtung der Hauptoberfläche senkrecht zu der ersten Richtung angeordnet bzw. aufgereiht sind.

Gemäß eines zweiten Aspektes weist in der Halbleitervorrichtung des ersten Aspektes die Linien- und Zwischenraumstruktur eine erste Leitung, die als eine Elektrode dient, und eine zweite Leitung, die als die andere Elektrode dient, auf (wobei die erste Leitung und die zweite Leitung alternierend angeordnet bzw. aufgereiht sind).

Gemäß eines dritten Aspektes weist in der Halbleitervorrichtung des zweiten Aspektes der Kondensator mindestens eine flache Elektrode auf, welche parallel zu der ersten Oberfläche ist und mit der Linien- und Zwischenraumstruk-

tur in einer dritten Richtung senkrecht zu der Hauptoberfläche durch eine vorbestimmte Zwischenschichtisolierschicht angeordnet bzw. aufgereiht ist.

Gemäß eines vierten Aspektes weist in der Halbleitervorrichtung des zweiten Aspektes, die mindestens eine Linien- und Zwischenraumstruktur drei oder mehr Linien- und Zwischenraumstruktur auf. Die drei oder mehr Linien- und Zwischenraumstrukturen sind in Schichten mit einer Zwischenschichtisolierschicht dazwischen angeordnet derart gestapelt, daß die erste Leitung und die zweite Leitung in verschiedenen der Linien- und Zwischenraumstrukturen alternierend in einer dritten Richtung senkrecht zu der Hauptoberfläche angeordnet bzw. aufgereiht sind.

Gemäß eines fünften Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung des vierten Aspektes der Kondensator mindestens eine flache Elektrode auf, welche parallel zu der Hauptoberfläche ist und mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung durch eine vorbestimmte Zwischenschichtisolierschicht angeordnet bzw. aufgereiht ist.

Gemäß eines sechsten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung des zweiten Aspektes die mindestens eine Linien- und Zwischenraumstruktur eine Mehrzahl von Linien- und Zwischenraumstrukturen auf. Die Mehrzahl von Linien- und Zwischenraumstrukturen sind in Schichten mit einer dazwischen angeordneten Zwischenschichtisolierschicht derart gestapelt, daß die ersten Leitungen in verschiedenen der Linien- und Zwischenraumstrukturen angeordnet bzw. aufgereiht sind und die zweiten Leitungen in verschiedenen der Linien- und Zwischenraumstrukturen angeordnet bzw. aufgereiht sind, in einer dritten Richtung senkrecht zu der Hauptoberfläche. Die ersten Leitungen und die zweiten Leitungen, die in der dritten Richtung angeordnet bzw. aufgereiht sind, sind elektrisch miteinander durch Durchgangslöcher verbunden, welche mit Leitern gefüllt sind und in der Zwischenschichtisolierschicht gebildet sind.

Gemäß eines siebten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung des sechsten Aspektes der Kondensator weiter mindestens eine flache Elektrode auf, welche parallel zu der Hauptoberfläche ist, und mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung durch eine vorbestimmte Zwischenschichtisolierschicht angeordnet bzw. aufgereiht ist.

Gemäß eines achten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung eines des dritten, fünften und siebten Aspektes, die mindestens eine flache Elektrode eine Mehrzahl von flachen Elektroden auf, welche auf beiden Seiten der Linien- und Zwischenraumstrukturen in Ausrichtung mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung angeordnet sind.

Gemäß eines neunten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung eines des dritten, fünften, siebten und achten Aspektes der Kondensator ein Durchgangsloch auf, welches mit einem Leiter gefüllt ist und in der vorbestimmten Zwischenschichtisolierschicht gebildet ist, um eine elektrische Verbindung zwischen der ersten Leitung und der flachen Elektrode vorzusehen.

Gemäß eines zehnten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung des siebten Aspektes der Kondensator weiter auf: ein erstes Durchgangsloch, welches mit einem Leiter gefüllt ist und in der vorbestimmten Zwischenschichtisolierschicht gebildet ist, um eine elektrische Verbindung zwischen der ersten Leitung und der flachen Elektrode vorzusehen; eine andere flache Elektrode, welche außerhalb der flachen Elektrode durch eine andere Zwischenschichtisolierschicht in Ausrichtung mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung

auf derselben Seite wie die flache Elektrode angeordnet bzw. aufgereiht ist, und ein zweites Durchgangsloch, welches mit einem Leiter gefüllt ist und in der anderen Zwischenschichtisolierschicht gebildet ist, um eine elektrische Verbindung zwischen der zweiten Leitung und der anderen flachen Elektrode vorzusehen.

Gemäß eines elften Aspektes der vorliegenden Erfindung weist in der Halbleitervorrichtung des ersten Aspektes der Kondensator weiter auf: eine Zwischenschichtisolierschicht, die auf der Linien- und Zwischenraumstruktur gebildet ist, und eine hochdielektrische Schicht, welche in einem Kontakteil zwischen der Zwischenschichtisolierschicht und der Linien- und Zwischenraumstruktur gebildet ist, und eine höhere dielektrische Konstante als eine Siliziumoxidschicht aufweist.

Gemäß eines zwölften Aspektes der vorliegenden Erfindung ist in der Halbleitervorrichtung des ersten Aspektes die Isolierschicht eine hochdielektrische Schicht, welche eine höhere dielektrische Konstante als eine Siliziumoxidschicht hat.

Gemäß eines dreizehnten Aspektes der vorliegenden Erfindung besitzt in der Halbleitervorrichtung eines des elften und zwölften Aspektes die Halbleitervorrichtung einen Leitungsabschnitt, in dem erwünschte Leitungen gebildet sind, und einen Kondensatorabschnitt, in dem der Kondensator gebildet ist; und die hochdielektrische Schicht ist nur in dem Kondensatorabschnitt vorgesehen.

Gemäß eines vierzehnten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist die Halbleitervorrichtung in der Halbleitervorrichtung eines des elften und zwölften Aspektes einen Leitungsabschnitt, in dem erwünschte Leitungen gebildet sind, und einen Kondensatorabschnitt auf, in dem der Kondensator gebildet ist; und die Isolierschicht in dem Leitungsabschnitt ist eine Siliziumoxidschicht, die mit Dotierstoffen zum Verringern der dielektrischen Konstante dotiert ist.

Gemäß eines fünfzehnten Aspektes der vorliegenden Erfindung betragen in der Halbleitervorrichtung eines des ersten bis vierzehnten Aspektes sowohl die Linien- als auch die Zwischenraumbreiten der Linien- und Zwischenraumstruktur nicht mehr als 0,2 µm.

Die Halbleitervorrichtung des ersten Aspektes nimmt Metallleitungen eines niedrigen Widerstandes als die Leitungen in der Linien- und Zwischenraumstruktur an und verwendet Kapazitäten zwischen angrenzenden bzw. benachbarten Metallleitungen, um einen Kondensator zu bilden. Demgemäß kann ein Kondensator kleiner Größe und hoher Kapazität mit einem niedrigen parasitären Widerstand und geringen Leistungsverlusten erhalten werden.

In der Halbleitervorrichtung des zweiten Aspektes sind die erste und die zweite Leitung alternierend angeordnet bzw. aufgereiht. Dies vereinfacht die Bildung eines Hochkapazitäts-Kondensators.

Die Halbleitervorrichtung des dritten Aspektes bildet Kapazitäten zwischen der ersten oder der zweiten Leitung und der flachen Elektrode. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

Weiter ermöglicht ein geringer Leistungsverlust bzw. Stromverlust die Bildung eines erwünschten Kondensators ohne parasitäre Komponenten, und die Anwesenheit der flachen Elektrode verringert die Interferenz zwischen der ersten oder der zweiten Leitung und anderen Signallinien bzw. -leitungen.

In der Halbleitervorrichtung des vierten Aspektes bilden die ersten und zweiten Leitungen Kapazitäten zwischen angrenzenden bzw. benachbarten vier der zweiten und ersten Leitungen, welche in der zweiten und dritten Richtung angeordnet bzw. aufgereiht sind. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

Die Halbleitervorrichtung des fünften Aspektes bildet Kapazitäten zwischen der ersten oder der zweiten Leitung und der flachen Elektrode. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

Weiter ermöglicht ein geringer Leistungsverlust bzw. Stromverlust die Bildung eines erwünschten Kondensators ohne parasitäre Komponenten, und die Anwesenheit der flachen Elektrode verringert die Interferenz zwischen der ersten oder der zweiten Leitung und anderen Signallinien bzw. -leitungen.

Die Halbleitervorrichtung des sechsten Aspektes bildet Kapazitäten zwischen angrenzenden bzw. benachbarten Durchgangslöchern aus, die die Zwischenschichtisolierschicht nach Sandwichart einschließen. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

Die Halbleitervorrichtung des siebten Aspektes bildet Kapazitäten zwischen der ersten oder zweiten Leitung und der flachen Elektrode aus. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

Weiter ermöglicht ein geringer Leistungsverlust bzw. Stromverlust die Bildung eines erwünschten Kondensators ohne parasitäre Komponenten, und die Anwesenheit der flachen Elektrode verringert die Interferenz zwischen der ersten oder zweiten Leitung und anderen Signallinien bzw. -leitungen.

In der Halbleitervorrichtung des achten Aspektes sind eine Mehrzahl von flachen Elektroden auf beiden Seiten der Linien- und Zwischenraumstruktur vorgesehen. Dies verstärkt die Effekte des dritten, fünften und siebten Aspektes.

In der Halbleitervorrichtung des neunten Aspektes ist die zweite Leitung von der ersten Leitung, der flachen Elektrode und dem Durchgangsloch umgeben, welches eine elektrische Verbindung zwischen der ersten Leitung und der flachen Elektrode vorsieht. Dies verringert auf effektive Weise die Interferenz zwischen der zweiten Leitung und anderen Signallinien bzw. -leitungen.

Weiter ermöglicht die Kapazität, die zwischen der zweiten Leitung und dem Durchgangsloch gebildet ist, welches eine elektrische Verbindung zwischen der ersten Leitung und der flachen Elektrode vorsieht, einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

In der Halbleitervorrichtung des zehnten Aspektes sind die erste Leitung, die flache Elektrode, das erste Durchgangsloch und das Durchgangsloch, welches eine elektrische Verbindung zwischen den ersten Leitungen vorsieht, von der zweiten Leitung, einer anderen flachen Elektrode, dem zweiten Durchgangsloch und dem Durchgangsloch, welches eine elektrische Verbindung zwischen den zweiten Leitungen vorsieht, umgeben. Dies verringert die Interferenz zwischen der ersten Leitung und anderen Signallinien auf effektive Weise.

Die Halbleitervorrichtung des elften Aspektes ermöglicht einen Anstieg in der Kapazität im Vergleich zu dem Fall, in dem die Isolierschicht nur aus einer Siliziumoxidschicht besteht.

Die Halbleitervorrichtung des zwölften Aspektes ermöglicht einen Anstieg in der Kapazität im Vergleich zu dem Fall, in dem die Isolierschicht nur aus einer Siliziumoxidschicht besteht.

Die Halbleitervorrichtung des dreizehnten Aspektes erreicht einen Anstieg in der Kapazität im Kondensatorabschnitt und eine niedrige parasitäre Kapazität und einen Hochgeschwindigkeitsbetrieb in dem Leitungsabschnitt.

Die Halbleitervorrichtung des vierzehnten Aspektes verringert die parasitäre Kapazität in dem Leitungsabschnitt, wodurch auf diese Weise ein Hochgeschwindigkeitsbetrieb erreicht wird.

Die Halbleitervorrichtung des fünfzehnten Aspektes er-

möglichst einen Anstieg von ungefähr einer Größenordnung in der Kapazität pro Einheitsfläche im Vergleich zu dem Fall, in dem der Kondensator aus flachen Elektroden besteht.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Figuren.

Von diesen zeigen:

**Fig. 1** eine perspektivische Ansicht der Struktur eines Kondensators gemäß einer ersten Ausführungsform;

**Fig. 2** eine Draufsicht der Struktur einer Halbleitervorrichtung;

**Fig. 3** eine schematische Darstellung eines Paares von angrenzenden Leitungen in der Struktur der **Fig. 1**, welche von der Richtung x zu sehen ist;

**Fig. 4** eine perspektivische Ansicht, die eine Linien- und Zwischenraumstruktur schematisch zeigt;

**Fig. 5** eine perspektivische Ansicht, die ein Paar von flachen Elektroden schematisch zeigt;

**Fig. 6** ein Diagramm von Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$  gegen Entwurfregeln;

**Fig. 7** eine schematische Darstellung 4 sukzessiver Leitungen in der Struktur der **Fig. 1**, welche von der Richtung x zu sehen ist;

**Fig. 8** eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer zweiten Ausführungsform;

**Fig. 9** eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer dritten Ausführungsform;

**Fig. 10 und 11** schematische Darstellungen von Durchgangslöchern, die von der Richtung z zu sehen sind;

**Fig. 12** eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer vierten Ausführungsform;

**Fig. 13 und 14** schematische Darstellungen zum Erklären der Wirkungen des Kondensators der vierten Ausführungsform;

**Fig. 15 bis 19** schematische Darstellungen der Strukturen anderer Kondensatoren gemäß der vierten Ausführungsform;

**Fig. 20** eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer fünften Ausführungsform;

**Fig. 21 bis 27** schematische Darstellungen der Strukturen anderer Kondensatoren gemäß der fünften Ausführungsform;

**Fig. 28** eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer sechsten Ausführungsform;

**Fig. 29** eine Querschnittsansicht der Struktur eines Kondensators gemäß einer siebten Ausführungsform;

**Fig. 30** eine Querschnittsansicht der Struktur eines anderen Kondensators gemäß der siebten Ausführungsform;

**Fig. 31** eine schematische Darstellung von Leitungen, die von der Richtung z zu sehen sind;

**Fig. 32** eine Querschnittsansicht eines Abschnitts eines Leitungsabschnitts;

**Fig. 33 und 34** Querschnittsansichten der Struktur eines Kondensators gemäß einer ersten Modifikation einer achten Ausführungsform;

**Fig. 35** eine Querschnittseinrichtung der Struktur eines Kondensators gemäß einer zweiten Modifikation der achten Ausführungsform;

**Fig. 36** ein Schaltbild eines bekannten Schwingkreises;

**Fig. 37** ein Schaltbild einer bekannten Hochpaßfilter-schaltung;

**Fig. 38** ein Schaltbild einer bekannten Tiefpaßfilter-schaltung;

**Fig. 39** eine Querschnittsansicht der Struktur eines bei der Anmelderin vorhandenen Kondensators;

**Fig. 40** eine Querschnittsansicht der Struktur eines anderen, bei der Anmelderin vorhandenen Kondensators;

**Fig. 41** ein Äquivalentschaltbild des Kondensators in **Fig. 39**.

Viele Halbleitervorrichtungen besitzen eine Linien- und Zwischenraumstruktur, in der eine Mehrzahl von Leitungen, die sich in einer vorbestimmten Richtung erstrecken, in vorbestimmten Intervallen angeordnet bzw. aufgereiht bzw. ausgerichtet sind. Mit dem Voranschreiten der Halbleiterherstellungstechnologie nahmen die Breiten von Leitungen (Linienbreiten) und der Raum zwischen benachbarten Leitungen (Linienabstandsweiten) ab, aber die Dicke der Leitungen wurde nicht so sehr verringert. Die Kapazität, die zwischen angrenzenden bzw. benachbarten Leitungen gebildet wird, ist daher relativ hoch und wurde nicht aktiv verwendet.

Die vorliegende Erfindung übernimmt d. h. benutzt Metallleitungen als Leitungen in der Linien- und Zwischenraumstruktur, um die Kapazität zwischen benachbarten (angrenzenden) Metallleitungen zu verwenden, wodurch ein Kondensator einer kleinen Größe mit einem niedrigen parasitären Widerstand erreicht wird. Die folgenden Ausführungsformen geben die Details der vorliegenden Erfindung an.

#### Erste Ausführungsform

**Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht der Struktur eines Kondensators gemäß einer ersten Ausführungsform. Die Draufsicht von **Fig. 2** zeigt, daß eine Halbleitervorrichtung einen Leitungsabschnitt 11, in dem erwünschte Leitungen gebildet sind, und einen Kondensatorabschnitt 12, in dem ein Kondensator gebildet ist, besitzt. Der Kondensator in **Fig. 1** ist in dem Kondensatorabschnitt 12 der Halbleitervorrichtung gebildet.

Es wird nun auf **Fig. 1** Bezug genommen. Eine Mehrzahl von Leitungen 3, welche Metalle, wie beispielsweise Al und Cu aufweisen und sich in der Richtung x erstrecken, werden in vorbestimmten Intervallen in der Richtung y angeordnet bzw. aufgereiht, wodurch eine Linien- und Zwischenraumstruktur 4 gebildet wird. Die Linien- und Zwischenraumstruktur 4 ist auf einem Siliziumsubstrat 1 gebildet. Weiter ist eine Isolierschicht 2, die zum Beispiel eine Siliziumoxidschicht aufweist, auf dem Siliziumsubstrat 1 gebildet, um eine elektrische Trennung zwischen benachbarten (angrenzenden) Leitungen 3 vorzusehen.

**Fig. 3** ist eine schematische Darstellung eines Paares von benachbarten Leitungen 3 in der Struktur der **Fig. 1**, welche von der Richtung x zu sehen ist. Die Breite L der Leitungen 3 und der Zwischenraum S zwischen den Leitungen 3 werden durch die Leistungsfähigkeit der Halbleiterherstellungstechniken (insbesondere der Belichtungstechnik) beim Bilden der Linien- und Zwischenraumstruktur beherrscht. Sie betragen zum Beispiel 0,2 µm. Die Dicke T der Leitungen 3 beträgt ungefähr 0,5 µm. In **Fig. 3** wird ein hohes Potential V1 an eine der Leitungen 3 und ein niedriges Potential V2 an die andere angelegt, wodurch eine Kapazität 5 zwischen den Leitungen gebildet wird.

Nun werden die Kapazitäten eines Kondensators, der die Linien- und Zwischenraumstruktur beinhaltet, und eines Kondensators, der ein Paar von flachen Elektroden beinhaltet, verglichen. **Fig. 4** ist eine perspektivische Ansicht, die eine Linien- und Zwischenraumstruktur schematisch zeigt, und **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Paar von flachen Elektroden schematisch zeigt. In **Fig. 4** und **5** wird eine Kapazität pro Einheitsquadrat ( $A \times A$ ) erhalten.

Eine Kapazität  $C_1$  für die Linien- und Zwischenraumstruktur wird ausgedrückt durch:

$$C_1 = K_0 \epsilon_0 \frac{T \times A}{S} \times \frac{A}{2S}$$

$$= K_0 \epsilon_0 \frac{TA^2}{2S^2} \quad (1)$$

Wenn die Isolierschicht eine Oxidschicht ist, gilt  $K_{10} = 3,9$ ,  $\epsilon_0 = 8,86 \times 10^{-14}$  F/cm.

Eine Kapazität  $C_2$  für das Paar von flachen Elektroden wird andererseits ausgedrückt durch:

$$C_2 = \epsilon_0 K_0 \frac{A^2}{D} \quad (2)$$

Mit der Annahme, daß  $D = 5 L = 5 S$  in Fig. 4 und 5, wird die Kapazität  $C_2$  ausgedrückt durch:

$$C_2 = K_0 \epsilon_0 \frac{A^2}{5S} \quad (3)$$

Wenn  $T = 0,5 \mu\text{m}$  und  $A = 100 \mu\text{m}$  in diesen Gleichungen sind, wird eine Darstellung der Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$ , gegen die Entwurfsregeln ( $= L, S$ ), welche von  $0,1$  bis  $1 \mu\text{m}$  reichen, in Fig. 6 gezeigt. Es kann von Fig. 6 gesehen werden, daß die Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$  ungefähr gleich für  $1\text{-}\mu\text{m}$ -Entwurfsregeln sind, und daß die Kapazität  $C_1$  ungefähr eine Größenordnung größer ist als die Kapazität  $C_2$  für  $0,2\text{-}\mu\text{m}$ -oder geringere Entwurfsregeln. Das heißt, je kleiner die Entwurfsregeln, desto höher ist die Kapazität des Kondensators mit der Linien- und Zwischenraumstruktur als bzw. im Vergleich zu dem Kondensator mit den flachen Elektroden.

Fig. 7 ist eine schematische Darstellung von vier sukzessiven Leitungen 3 in der Struktur der Fig. 1, welche von der Richtung x zu sehen ist. Wie gezeigt ist, sind die Leitungen 3a, die als eine Elektrode des Kondensators dienen, an denen das hohe Potential  $V_1$  angelegt wird, und die Leitungen 3b, die als die andere Elektrode des Kondensators dienen, an dem das niedrige Potential  $V_2$  angelegt wird, alternierend angeordnet, wodurch ein Hochkapazitäts-Kondensator auf einfache Weise enthalten wird.

Auf diese Weise weist der Kondensator der ersten Ausführungsform Metallleitungen eines niedrigen Widerstands als Leitungen in der Linien- und Zwischenraumstruktur auf, um die Kapazität zwischen benachbarten Metallleitungen zu nutzen. Demgemäß wird ein Kondensator einer kleinen Größe und einer hohen Kapazität mit einem niedrigen parasitären Widerstand und geringen Leistungsverlusten erhalten.

Die Linien- und Zwischenraumstruktur ist auf einfache Weise unter Verwenden der bekannten Halbleiterherstellungstechniken, wie beispielsweise Belichtung und Ätzen, formbar. Daher kann der Kondensator ohne zusätzliche Prozesse und Kosten gebildet werden.

Obwohl eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Leitungen 3 eine Linien- und Zwischenraumstruktur 4 in Fig. 1 bilden, müssen die Leitungen 3 nicht gleichmäßig beabstandet sein, solange die Kapazität zwischen benachbarten Leitungen 3 vorgesehen ist.

#### Zweite Ausführungsform

Fig. 8 ist eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Auf der Basis des Kondensators der ersten Ausführungsform besitzt der Kondensator der zweiten Ausführungsform drei Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a bis 4c, welche zu derjenigen in Fig. 7 identisch sind. Die Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a bis 4c sind in Schichten gestapelt mit der dazwischen angeordneten Isolierschicht 2, so daß die Leitungen 3a und die Leitungen 3b in den verschiedenen Strukturen alternierend in der Richtung z angeordnet bzw. aufgereiht sind.

Während Fig. 8 die drei Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a bis 4c zeigen, können vier oder mehr Linien- und Zwischenraumstrukturen in Schichten gestapelt sein.

Jede Leitung 3 in der niedrigsten Linien- und Zwischenraumstruktur kann eine Gateelektrode aus Polysilizium sein, die auf dem Halbleitersubstrat 1 gebildet ist. Der Grund dafür ist, daß ein niedriger Widerstand durch Zusammenwirken der Leitungen 3 in den anderen Linien- und Zwischenraumstrukturen von Metallen erreicht werden kann. In diesem Fall muß die Oberfläche der Gateelektroden silizidbeschichtet sein oder eine Metallschicht muß auf den Gateelektroden gebildet sein, um dadurch den Widerstand der Gateelektroden selbst zu verringern. Dasselbe kann von den folgenden dritten bis sechsten Ausführungsformen gesagt werden.

Auf diese Weise bildet gemäß des Kondensators der zweiten Ausführungsform jede der Leitungen 3a, 3b Kapazitäten zwischen vier benachbarten (angrenzenden) Leitungen 3b, 3a, die vertikal und horizontal angeordnet sind. Dies ermöglicht eine weitere Vergrößerung der Kapazität, zum Beispiel ungefähr zweimal so viel wie diejenige des Kondensators gemäß der ersten Ausführungsform.

Die Leitungen 3 in der mittleren Linien- und Zwischenraumstruktur sind von oben und unten und von rechts und links durch andere Leitungen 3 umgeben, so daß sie einer Störung widerstehen. Demgemäß widersteht der Kondensator einer Störung.

#### Dritte Ausführungsform

Fig. 9 ist eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer dritten Ausführungsform. Auf der Basis des Kondensators der ersten Ausführungsform besitzt der Kondensator der dritten Ausführungsform zwei Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b, welche zu derjenigen in Fig. 7 identisch sind. Die Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b sind in Schichten mit der dazwischen angeordneten Isolierschicht 2 gestapelt, so daß Leitungen 3a in den verschiedenen Strukturen angeordnet bzw. aufgereiht sind, und die Leitungen 3b in den verschiedenen Strukturen in der Richtung z angeordnet bzw. aufgereiht sind. Die Leitungen 3a, 3b, die in der Richtung z angeordnet sind, sind elektrisch miteinander durch Durchgangslöcher 6 verbunden, welche in der Isolierschicht 2 gebildet sind, und mit Metallen, wie beispielsweise W gefüllt sind. Während Fig. 9 die zwei Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b zeigt, können drei oder mehr Linien- und Zwischenraumstrukturen in Schichten gestapelt sein.

Fig. 10 und 11 sind schematische Darstellungen der Durchgangslöcher 6, welche von der Richtung z zu sehen sind. Als das Durchgangsloch 6 kann eine Mehrzahl von Löchern, wie in Fig. 10 gezeigt, angeordnet bzw. aufgereiht sein, oder ein Streifen eines Lochs kann auf den Leitungen 3a, 3b, wie in Fig. 11 gezeigt, angeordnet sein.

Auf diese Weise bildet der Kondensator der dritten Ausführungsform Kapazitäten sogar zwischen benachbarten Durchgangslöchern 6, wie in Fig. 9 gezeigt. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität. Hier wird darauf hingewiesen, daß der größere Effekt erhalten wird, wenn

Durchgangslöcher 6 in der Form eines Streifens, wie in Fig. 11 gezeigt ist, gebildet sind.

#### Vierte Ausführungsform

Fig. 12 ist eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer vierten Ausführungsform. Der Kondensator der vierten Ausführungsform basiert auf dem Kondensator der ersten Ausführungsform in Fig. 7. Flache Elektroden 7b, welche parallel zu einer Ebene sind, die durch die Richtungen x und y definiert ist, und an die das niedrige Potential V2 angelegt wird, werden auf den oberen und unteren Seiten der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 mit der dazwischen angeordneten Isolierschicht 2 derart gebildet, daß sie mit der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 in der Richtung z angeordnet bzw. aufgereiht sind. Die flachen Elektroden 7b, die Metalle oder Polysilizium aufweisen, sind nur in dem Kondensatorabschnitt 12, der in Fig. 2 gezeigt ist, gebildet.

Der Kondensator der vierten Ausführungsform bildet Kapazitäten sogar zwischen den Leitungen 3a und den flachen Elektroden 7b aus. Dies ermöglicht einen weiteren Anstieg der Kapazität.

In Strukturen ohne flache Elektroden 7b enden die elektrischen Kraftlinien von den Leitungen 3a nicht nur an den Leitungen 3b, sondern auch an dem Halbleitersubstrat 1 und anderen Signalleitungen 8, wie in Fig. 13 gezeigt, wodurch Leistungs- bzw. Stromverluste verursacht werden. In dem Kondensator der vierten Ausführungsform enden andererseits alle elektrischen Linien von den Leitungen 3a an den Leitungen 3b oder den flachen Elektroden 7b, wie in Fig. 14 gezeigt ist. Dies verhindert Leistungsverluste und ermöglicht die Bildung eines erwünschten Kondensators ohne parasitäre Komponenten. Die Anwesenheit der flachen Elektroden 7b verringert weiter eine Interferenz zwischen den Leitungen 3a und den anderen Signalleitungen 8.

Fig. 15 bis 19 sind schematische Diagramme, die die Strukturen anderer Kondensatoren gemäß der vierten Ausführungsform zeigen. Während die flachen Elektroden 7b, an die das niedrige Potential V2 angelegt wird, auf den oberen und unteren Seiten der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 in dem Kondensator der Fig. 12 angeordnet sind, können eine oder beide der flachen Elektroden 7b eine flache Elektrode 7a sein, an die das hohe Potential V1 angelegt wird (Fig. 15).

Anstelle auf sowohl der oberen als auch der unteren Seite der Linien- und Zwischenraumstruktur 4, wie in Fig. 12 gezeigt ist, angeordnet zu sein, kann die flache Elektrode auf einer beliebigen Seite der Struktur angeordnet sein. Zum Beispiel kann die flache Elektrode 7b nur zwischen der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 und dem Halbleitersubstrat 1 (Fig. 16) oder nur zwischen der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 und der anderen Signalleitung 8 (Fig. 17) angeordnet sein.

Während der Kondensator der vierten Ausführungsform in Fig. 12 auf dem Kondensator der ersten Ausführungsform in Fig. 7 basiert, kann er auf dem Kondensator der zweiten Ausführungsform in Fig. 8 (Fig. 18) oder dem Kondensator der dritten Ausführungsform in Fig. 9 (Fig. 19) basieren.

#### Fünfte Ausführungsform

Fig. 20 ist eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer fünften Ausführungsform. Der Kondensator der fünften Ausführungsform basiert auf dem Kondensator der vierten Ausführungsform, die in Fig. 12 gezeigt ist. Die Leitungen 3b und die flachen Elektroden 7b, an die dasselbe niedrige Potential V2 angelegt wird, sind

elektrisch miteinander durch Durchgangslöcher 9 verbunden, welche in der Isolierschicht 2 gebildet sind und mit Metallen, die beispielsweise W, gefüllt sind. Die Durchgangslöcher 9 können eines derjenigen, die in Fig. 10 und 11 gezeigt sind, sein.

In dem Kondensator der fünften Ausführungsform sind die Leitungen 3a, welche auf dem hohen Potential V1 liegen, von den Leitungen 3b, den flachen Elektroden 7b und den Durchgangslöchern 9 umgeben, welche alle auf dem niedrigen Potential V2 liegen. Dies verringert auf effektive Weise die Interferenz zwischen den Leitungen 3a und dem Halbleitersubstrat 1 oder den anderen Signalleitungen 8.

Weiter ermöglichen zusätzliche Kapazitäten, die zwischen den Leitungen 3a und den Durchgangslöchern 9 gebildet sind, einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

Fig. 21 bis 27 sind schematische Darstellungen der Strukturen anderer Kondensatoren gemäß der fünften Ausführungsform. In dem Kondensator der Fig. 20 sind die flachen Elektroden 7b, an die das niedrige Potential V2 angelegt wird, sowohl auf der oberen als auch auf der unteren Seite der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 angeordnet. Alternativ kann eine oder beide der flachen Elektroden 7b durch die flache Elektrode 7a bzw. die flachen Elektroden 7a ersetzt sein, an die das hohe Potential V1 angelegt wird, um dadurch eine elektrische Verbindung zwischen den Leitungen 3a und der flachen Elektrode 7a durch die Durchgangslöcher 9 (Fig. 21) vorzusehen.

Der Kondensator in Fig. 20 hat eine einzelne Linien- und Zwischenraumstruktur 4, aber die Struktur der Fig. 20 kann auf jede Linien- und Zwischenraumstruktur eines Kondensators angewendet werden, welcher eine Mehrzahl von Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b, die in Schichten angeordnet sind, besitzt (Fig. 22).

Während der Kondensator der fünften Ausführungsform in Fig. 20 auf dem Kondensator in Fig. 12 basiert, kann er auf dem Kondensator in Fig. 18, 19 basieren (Fig. 23, 24).

Anstatt zwei Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b, wie in Fig. 24 gezeigt, zu besitzen, kann der Kondensator der fünften Ausführungsform drei, vier oder fünf (oder mehr) Linien- und Zwischenraumstrukturen (4a bis 4e), wie in Fig. 25 bis 27 gezeigt ist, entsprechend besitzen.

#### Sechste Ausführungsform

Fig. 28 ist eine schematische Darstellung der Struktur eines Kondensators gemäß einer sechsten Ausführungsform. Der Kondensator der sechsten Ausführungsform basiert auf dem Kondensator der fünften Ausführungsform in Fig. 24. Die flachen Elektroden 7b sind auf der oberen und auf der unteren Seite der Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b vorgesehen. Weiter sind die flachen Elektroden 7a, welche parallel zu den flachen Elektroden 7b sind, und an die das hohe Potential V1 angelegt ist, auf den Seiten der flachen Elektroden 7b entgegengesetzt zu den Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b mit der dazwischen angeordneten Isolierschicht 2 vorgesehen. Die flachen Elektroden 7a sind mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b in der Richtung z angeordnet bzw. aufgereiht. Die flache Elektrode 7a und die Leitungen 3a sind elektrisch miteinander durch Durchgangslöcher 10 verbunden, welche in der Isolierschicht 2 gebildet sind und mit Metallen, wie beispielsweise W, gefüllt sind. Die Durchgangslöcher 10 können eines derjenigen, die in Fig. 10 und 11 gezeigt sind, sein.

In dem Kondensator der sechsten Ausführungsform sind die Leitungen 3a und das Durchgangslöcher 6, das in der Mitte in Fig. 28 angeordnet ist, durch die Leitungen 3b, die flachen Elektroden 7b und die Durchgangslöcher 6, 9 umge-



ben, welche sich alle auf dem niedrigen Potential V2 befinden. Weiter sind die Leitungen 3b, die flachen Elektroden 7b und die Durchgangslöcher 6, 9 von den Leitungen 3a, den flachen Elektroden 7a und den Durchgangslöchern 6, 10 umgeben, welche sich alle auf dem hohen Potential V1 befinden. Dies verringert auf effektive Weise die Interferenz zwischen den Leitungen 3a, 3b und dem Halbleitersubstrat 1 oder den anderen Signalleitungen 8.

Im Gegensatz zu der Konfiguration der Fig. 28 können die flachen Elektroden 7a sowohl auf der oberen als auch der unteren Seite der Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b vorgesehen sein und elektrisch mit den Leitungen 3a durch die Durchgangslöcher 9 verbunden sein, und die flachen Elektroden 7b können auf den Seiten der flachen Elektroden 7a entgegengesetzt zu den Linien- und Zwischenraumstrukturen 4a, 4b vorgesehen sein und elektrisch mit den Leitungen 3b durch die Durchgangslöcher 10 verbunden sein. In diesem Fall wird derselbe Effekt, wie oben beschrieben, erhalten.

#### Siebte Ausführungsform

Fig. 29 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines Kondensators gemäß einer siebten Ausführungsform. In dem Kondensator in Fig. 29 sind hochdielektrische Schichten 2a, welche zum Beispiel SiN oder BST bestehen und eine höhere dielektrische Konstante als Siliziumoxidschichten aufweisen, bis zu einer vorbestimmten Dicke in den Ebenen der oberen und unteren Seiten der Linien- und Zwischenraumstruktur 4 gebildet. Die Linien- und Zwischenraumstruktur 4 weist die Leitungen 3a, 3b und die Siliziumoxidschichten 2a auf.

Fig. 30 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines anderen Kondensators gemäß der siebten Ausführungsform. Der Kondensator in Fig. 30 weist die hohen dielektrischen Schichten 2a als die Isolierschichten 2 zwischen den Leitungen 3a, 3b auf.

In dem Kondensator der siebten Ausführungsform ermöglichen die hochdielektrischen Schichten 2a, die um die Leitungen 3a, 3b vorgesehen sind, einen Anstieg in der Kapazität im Vergleich zu einem Kondensator, der die Isolierschicht 2, die nur aus einer Siliziumoxidschicht besteht, aufweist.

Eine Kombination der hochdielektrischen Schichten 2a in Fig. 29 und derselben in Fig. 30 ermöglicht einen weiteren Anstieg in der Kapazität.

#### Achte Ausführungsform

Fig. 31 ist eine schematische Darstellung einer Halbleitervorrichtung, die von der Richtung z zu sehen ist. Diese Halbleitervorrichtung besitzt einen Leitungsabschnitt 11 und einen Kondensatorabschnitt 12. Der Kondensatorabschnitt 12 weist eine Struktur auf, in der die hochdielektrischen Schichten 2a um die Leitungen 3a, 3b, wie in Fig. 29, 30 gezeigt, vorgesehen sind. Der Leitungsabschnitt 11 weist eine Struktur auf, in der die Isolierschicht 2 nur aus der Siliziumoxidschicht 2b, wie in Fig. 32 gezeigt, besteht.

Der Kondensator der achten Ausführungsform erreicht einen Anstieg in der Kapazität in dem Kondensatorabschnitt 12 und niedrige parasitäre Kapazitäten und einen Hochgeschwindigkeitsbetrieb in dem Leitungsabschnitt 11.

Fig. 33 und 34 sind Querschnittsansichten der Struktur eines Kondensators gemäß einer ersten Modifikation der achten Ausführungsform. Fig. 33 zeigt einen Abschnitt des Leitungsabschnitts 11, und Fig. 34 zeigt einen Abschnitt des Kondensatorabschnitts 12. Die hochdielektrischen Schichten 2a sind auf der oberen und unteren Seite der Linien- und

Zwischenraumstruktur 4 derart angeordnet, daß hochdielektrische Schichten 2a1 in dem Leitungsabschnitt 11 dünn sind und hochdielektrische Schichten 2a2 in dem Kondensatorabschnitt 12 dick sind.

Die Differenz in der Dicke der hochdielektrischen Schicht 2a zwischen dem Leitungsabschnitt 11 und dem Kondensatorabschnitt 12 erreicht denselben Effekt wie oben beschrieben.

Fig. 35 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines Kondensators gemäß einer zweiten Modifikation der achten Ausführungsform, insbesondere einen Abschnitt des Leitungsabschnitts 11. Dotierstoffe, wie beispielsweise F zum Verringern der dielektrischen Konstante sind in die Siliziumoxidschicht 2b zwischen benachbarten Leitungen 3 eingeführt bzw. eingebracht, um dadurch eine Siliziumoxidschicht 2bb zu bilden. Das Einführen von Dotierstoffen in die Isolierschicht 2 wird nicht in dem Kondensatorabschnitt 12 ausgeführt. Diese Struktur ermöglicht eine weitere Verringerung in der parasitären Kapazität in dem Leitungsabschnitt 11, wodurch eine Beschleunigung von Betrieben erreicht wird.

Nun wird die Anwendung der Kondensatoren der ersten bis achten Ausführungsformen beschrieben. Fig. 36, 37 und 38 sind Schaltbilder eines bekannten Schwingkreises eines bekannten Hochpaßfilters bzw. eines bekannten Tiefpaßfilters. In den Zeichnungen bezeichnen  $C_1$  und  $C_2$  die parasitären Kapazitäten, die zum Beispiel mit einem Halbleitersubstrat gebildet werden, und  $v$  bezeichnet die Spannung, die den Einfluß anderer Signallinien darstellt. Die Verwendung der Kondensatoren der ersten bis achten Ausführungsformen als die Kapazitäten C in Fig. 36 führt zu einem Schwingkreis einer hohen Leistungsfähigkeit und eines niedrigen Verlusts, welcher für eine Interferenz durch andere Schaltungen weniger empfänglich ist. Weiter können die Kapazitäten C mit einem hohen Grad von Präzision gesetzt werden, was ermöglicht, daß ein durchlaufendes Frequenzband verengt wird mit einer hohen Genauigkeit, wenn die Kondensatoren in einem Bandpaßfilter benutzt werden. Weiter führt die Benutzung der Kondensatoren der ersten bis achten Ausführungsformen als die Kapazitäten C in Fig. 37, 38 zu Filterschaltungen mit einer hohen Sperrfähigkeit.

#### Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung mit:  
einer unterhalb liegenden Schicht (1) mit einer Hauptoberfläche, und  
einem Kondensator, der auf der Hauptoberfläche der unterhalb liegenden Schicht gebildet ist,  
wobei der Kondensator mindestens eine Linien- und Zwischenraumstruktur (4) aufweist, in der eine Mehrzahl von Metallleitungen (3), welche sich in einer ersten Richtung der Hauptoberfläche erstrecken, elektrisch voneinander durch eine Isolierschicht (2) getrennt sind, und in einer zweiten Richtung der Hauptoberfläche senkrecht zu der ersten Richtung angeordnet sind.
2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Linien- und Zwischenraumstruktur eine erste Leitung (3a, 3b), die als eine Elektrode dient, und eine zweite Leitung (3b, 3a), die als die andere Elektrode dient, aufweist, wobei die erste Leitung und die zweite Leitung alternierend angeordnet sind.
3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, bei der der Kondensator mindestens eine flache Elektrode (7b) aufweist, welche parallel zu der Hauptoberfläche ist und mit der Linien- und Zwischenraumstruktur in einer dritten Richtung senkrecht zu der Hauptoberfläche

durch eine vorbestimmte Zwischenschichtisolierschicht (2) angeordnet ist.

4. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, bei der die mindestens eine Linien- und Zwischenraumstruktur (3) drei oder mehr Linien- und Zwischenraumstrukturen (4a bis 4c) aufweist, die drei oder mehr Linien- und Zwischenraumstrukturen in Schichten mit einer dazwischen angeordneten Zwischenschichtisolierschicht derart gestapelt sind, daß die erste Leitung und die zweite Leitung in verschiedenen der Linien- und Zwischenraumstrukturen alternierend in einer dritten Richtung senkrecht zu der Hauptoberfläche angeordnet sind.
5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 4, bei der der Kondensator weiter mindestens eine flache Elektrode (7a, 7b) aufweist, welche parallel zu der Hauptoberfläche ist und mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung durch eine vorbestimmte Zwischenschichtisolierschicht (2) angeordnet sind.
6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, bei der die mindestens eine Linien- und Zwischenraumstruktur eine Mehrzahl von Linien- und Zwischenraumstrukturen aufweist, die Mehrzahl von Linien- und Zwischenraumstrukturen in Schichten mit einer Zwischenschichtisolierschicht (2) dazwischen angeordnet derart gestapelt sind, daß die ersten Leitungen in verschiedenen der Linien- und Zwischenraumstrukturen angeordnet sind und die zweiten Leitungen in verschiedenen der Linien- und Zwischenraumstrukturen angeordnet sind, in einer dritten Richtung senkrecht zu der Hauptoberfläche, und bei der die ersten Leitungen und die zweiten Leitungen, die in der dritten Richtung angeordnet sind, elektrisch miteinander durch Durchgangslöcher (6) verbunden sind, welche mit Leitern gefüllt sind und in der Zwischenschichtisolierschicht gebildet sind.
7. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 6, bei der der Kondensator weiter mindestens eine flache Elektrode (7a, 7b) aufweist, welche parallel zu der Hauptoberfläche ist und mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung durch eine vorbestimmte Zwischenschichtisolierschicht (2) angeordnet sind.
8. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 5 oder 7, bei der die mindestens eine flache Elektrode eine Mehrzahl von flachen Elektroden aufweist, welche auf beiden Seiten der Linien- und Zwischenraumstrukturen in Ausrichtung mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung angeordnet sind.
9. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 5 oder 7, bei der der Kondensator ein Durchgangslöcher (9) aufweist, welches mit einem Leiter gefüllt ist und in der vorbestimmten Zwischenschichtisolierschicht gebildet ist, um eine elektrische Verbindung zwischen der ersten Leitung und der flachen Elektrode vorzusehen.
10. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 7, bei der der Kondensator aufweist: ein erstes Durchgangslöcher (9), welches mit einem Leiter gefüllt ist und in der vorbestimmten Zwischenschichtisolierschicht gebildet ist, um eine elektrische Verbindung zwischen der ersten Leitung (3b) und der flachen Elektrode (7b) vorzusehen, eine andere flache Elektrode (7a), welche außerhalb der flachen Elektrode durch eine andere Zwischenschichtisolierschicht in Ausrichtung mit den Linien- und Zwischenraumstrukturen in der dritten Richtung auf derselben Seite, wie die flache Elektrode, angeordnet ist, und

ein zweites Durchgangslöcher (10), welches mit einem Leiter gefüllt ist und in der anderen Zwischenschichtisolierschicht gebildet ist, um eine elektrische Verbindung zwischen der zweiten Leitung (3a) und der anderen flachen Elektrode vorzusehen.

11. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der Kondensator aufweist: eine Zwischenschichtisolierschicht (2b), die auf der Linien- und Zwischenraumstruktur gebildet ist, und eine hochdielektrische Schicht (2a), welche in einem Kontaktteil zwischen der Zwischenschichtisolierschicht und der Linien- und Zwischenraumstruktur gebildet ist und eine höhere dielektrische Konstante als eine Siliziumoxidschicht besitzt.
12. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die Isolierschicht eine hochdielektrische Schicht (2a) ist, welche eine höhere dielektrische Konstante als eine Siliziumoxidschicht besitzt.
13. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, bei der die Halbleitervorrichtung einen Leitungsabschnitt (11), in dem erwünschte Leitungen gebildet sind, und einen Kondensatorabschnitt (12), in dem der Kondensator gebildet ist, aufweist, und die hochdielektrische Schicht nur in dem Kondensatorabschnitt vorgesehen ist.
14. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, bei der die Halbleitervorrichtung einen Leitungsabschnitt, in dem erwünschte Leitungen gebildet sind, und einen Kondensatorabschnitt, in dem der Kondensator gebildet ist, aufweist, und die Isolierschicht in dem Leitungsabschnitt eine Siliziumoxidschicht (2bb) ist, die mit Dotierstoffen zum Verringern der dielektrischen Konstante dotiert ist.
15. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der sowohl Linien- als auch Linienabstandsbreiten in der Linien- und Zwischenraumstruktur nicht mehr als 0,2 µm betragen.

---

Hierzu 26 Seite(n) Zeichnungen

---



FIG. 1

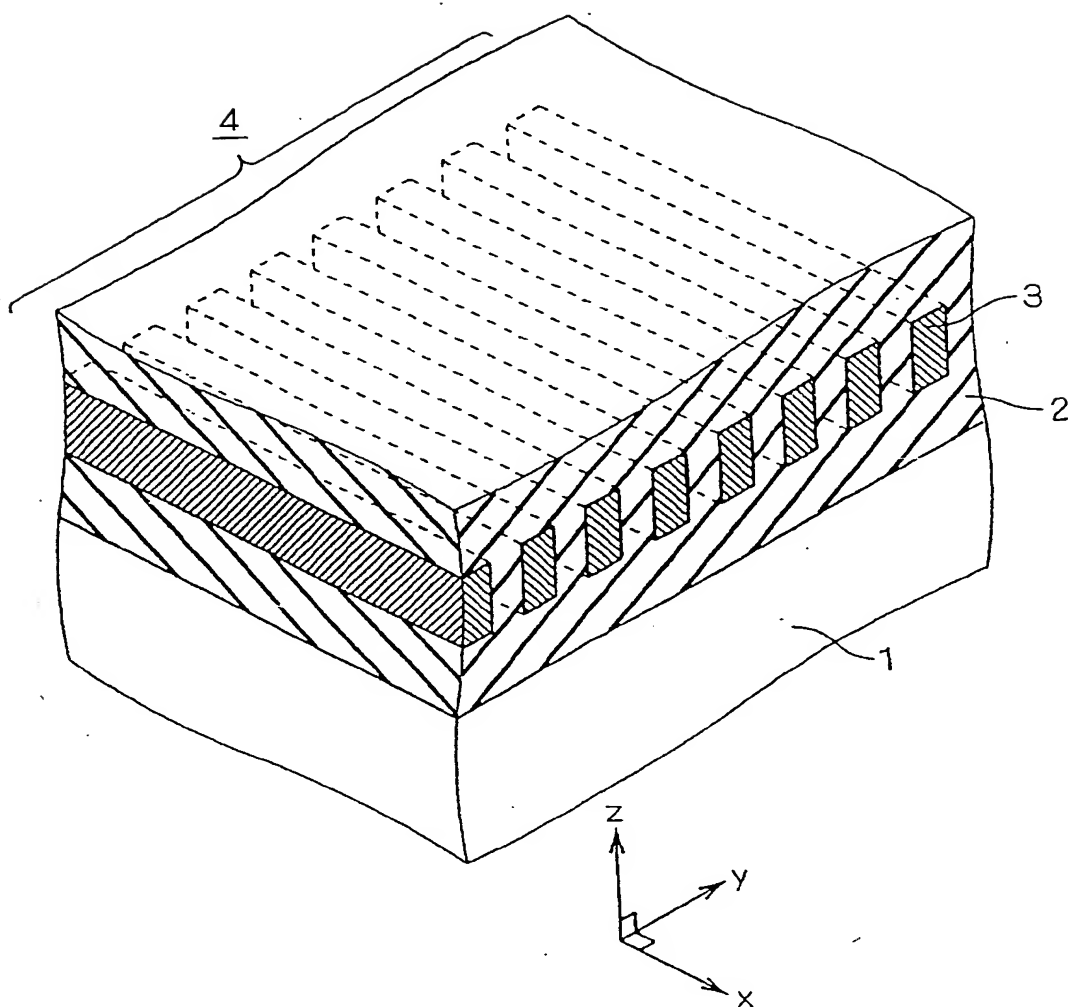


FIG. 2

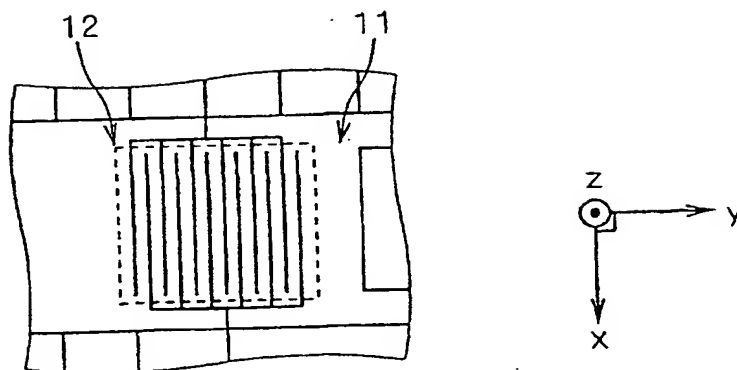


FIG. 3

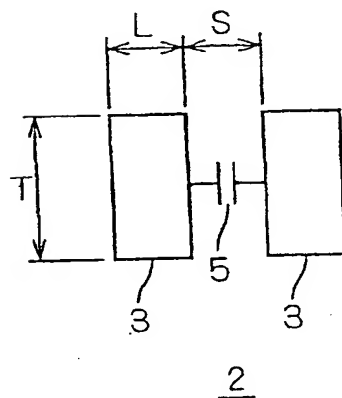
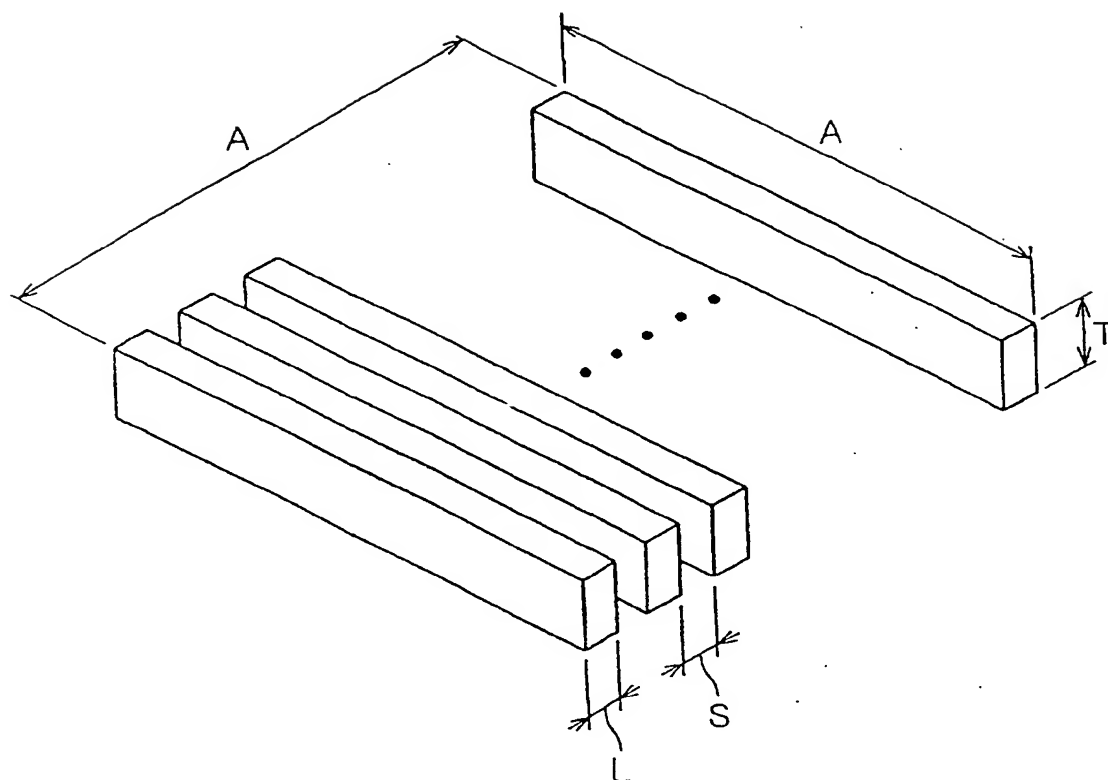
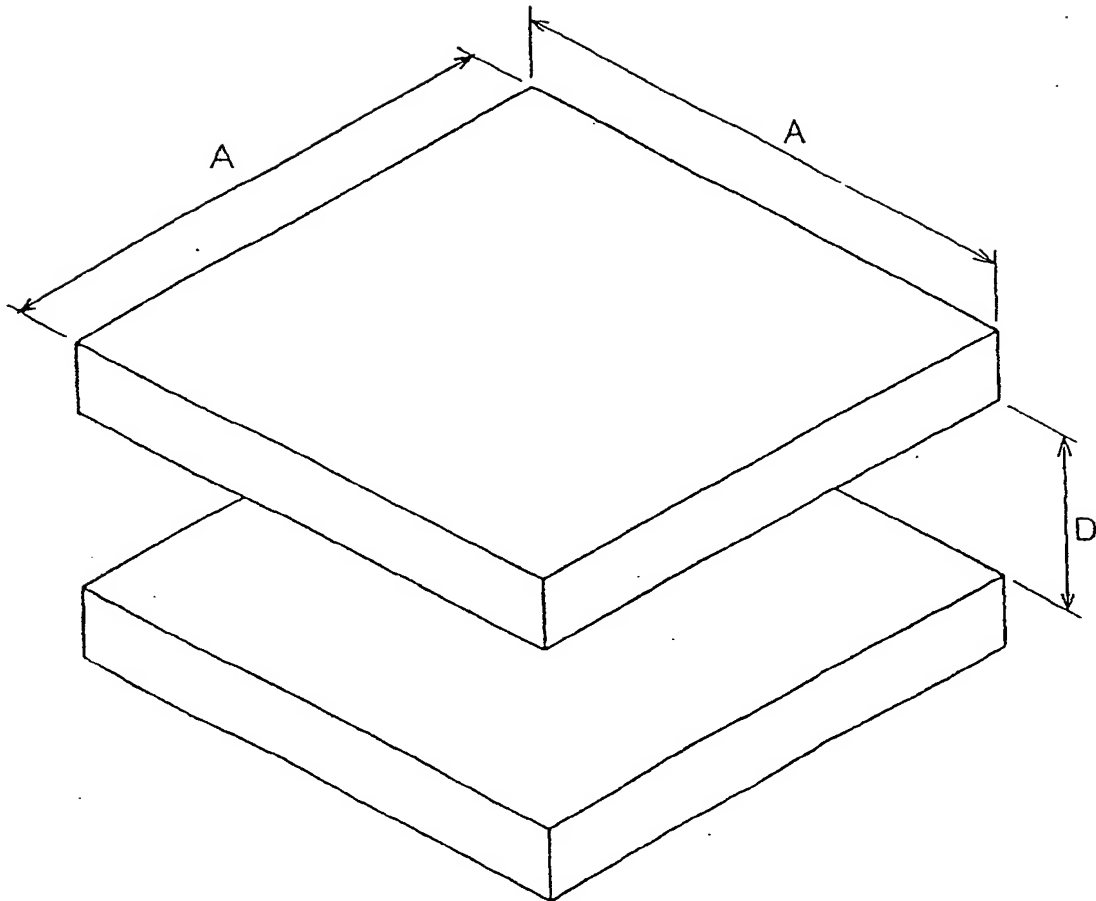


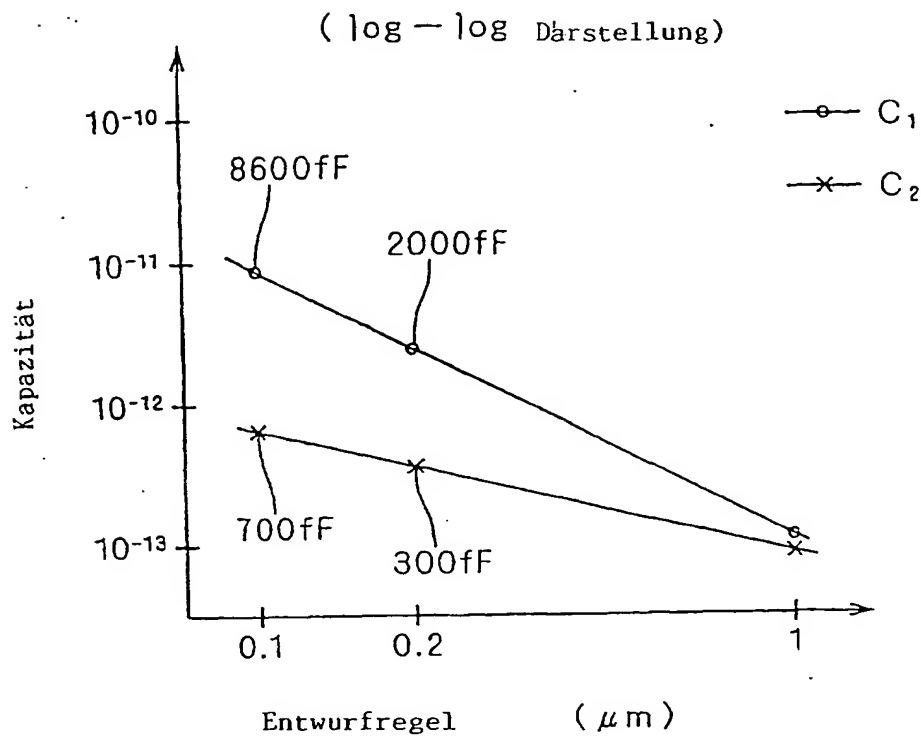
FIG. 4



*F I G . 5*



F I G . 6



F I G . 7

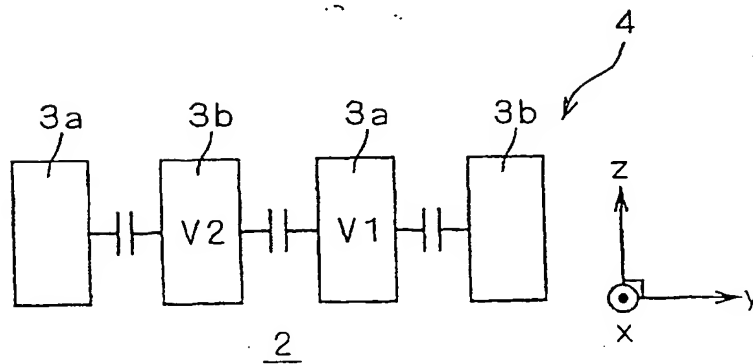


FIG. 8

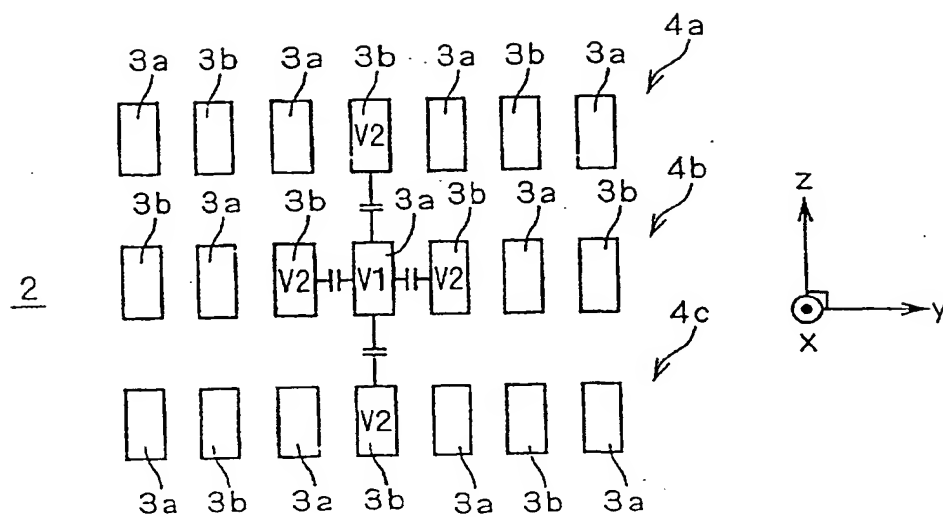


FIG. 9

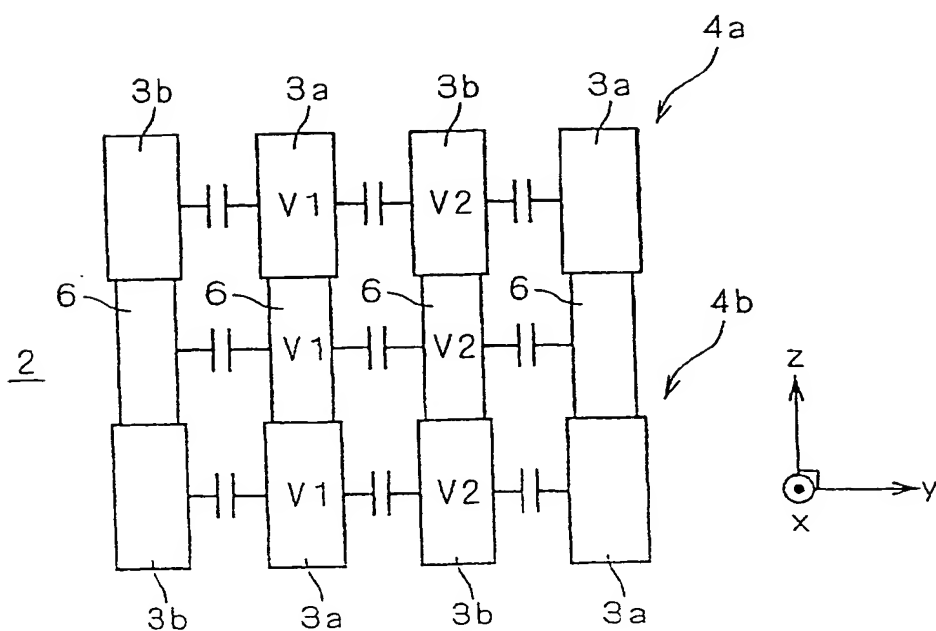




FIG. 10

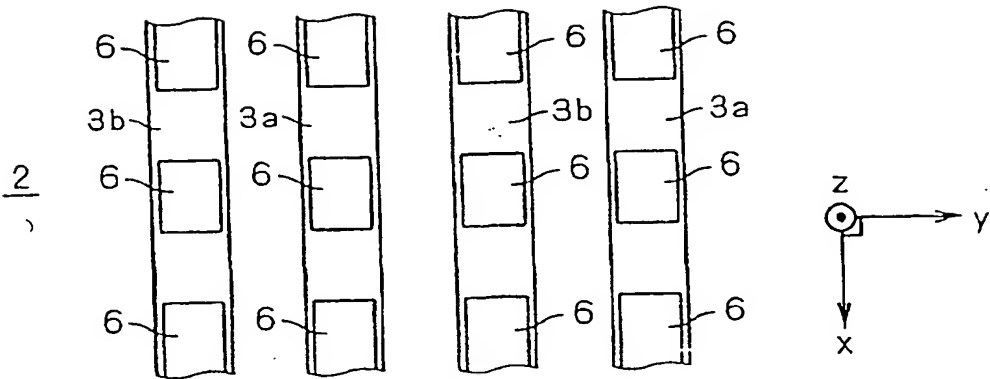
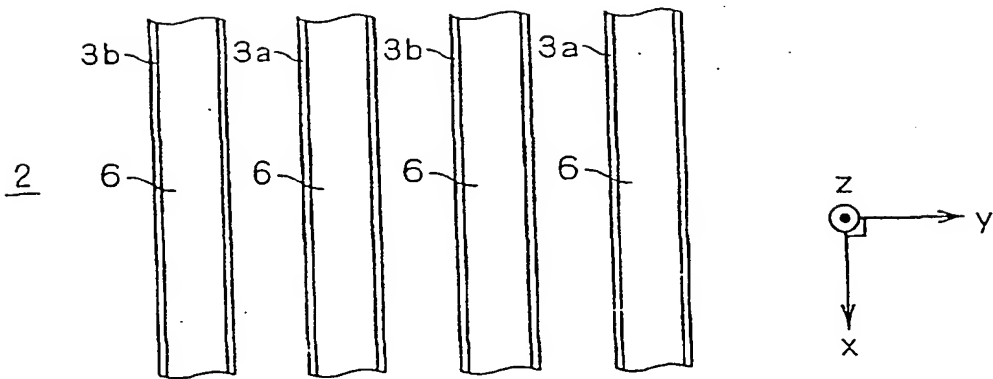
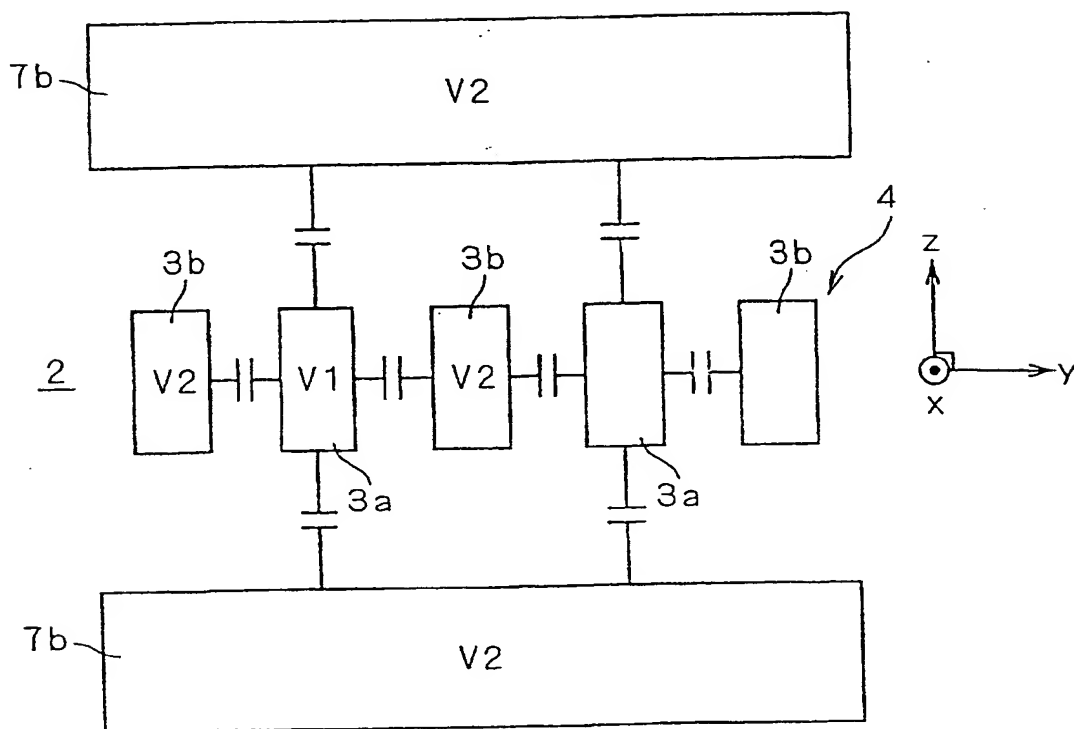


FIG. 11



F I G . 12



F I G . 13

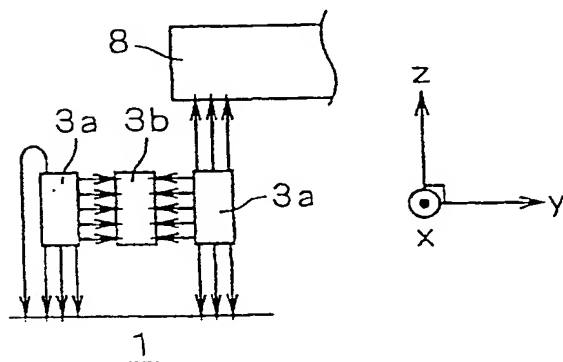


FIG. 14

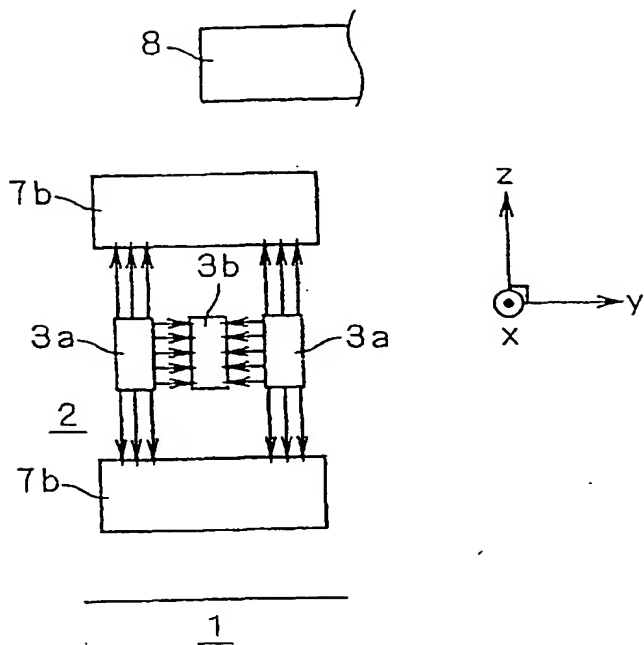


FIG. 15

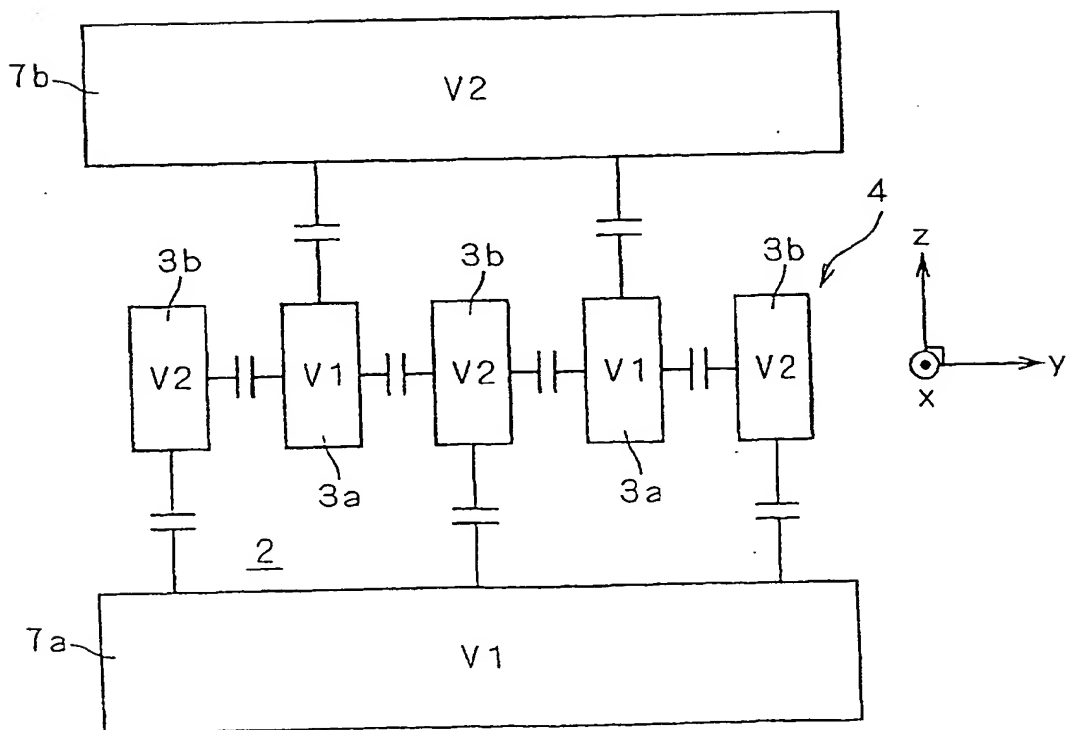


FIG. 16

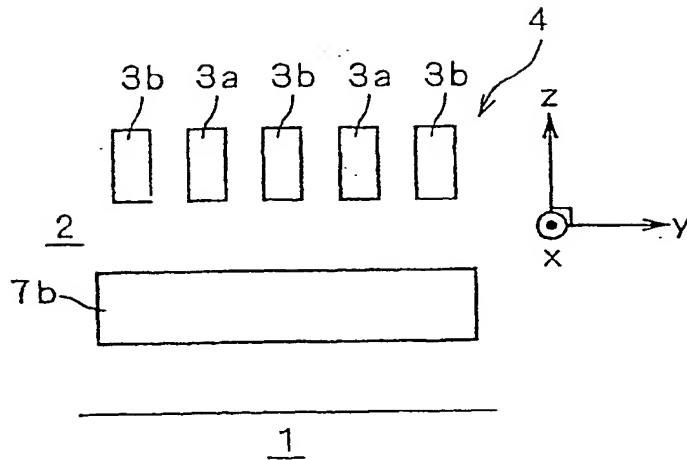


FIG. 17

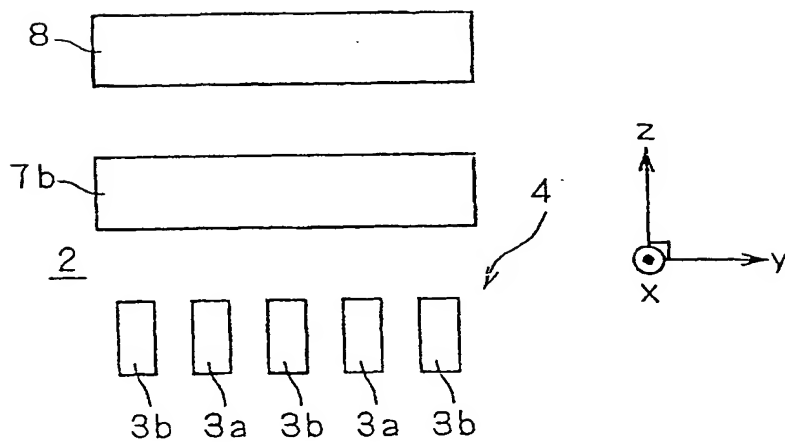


FIG. 18

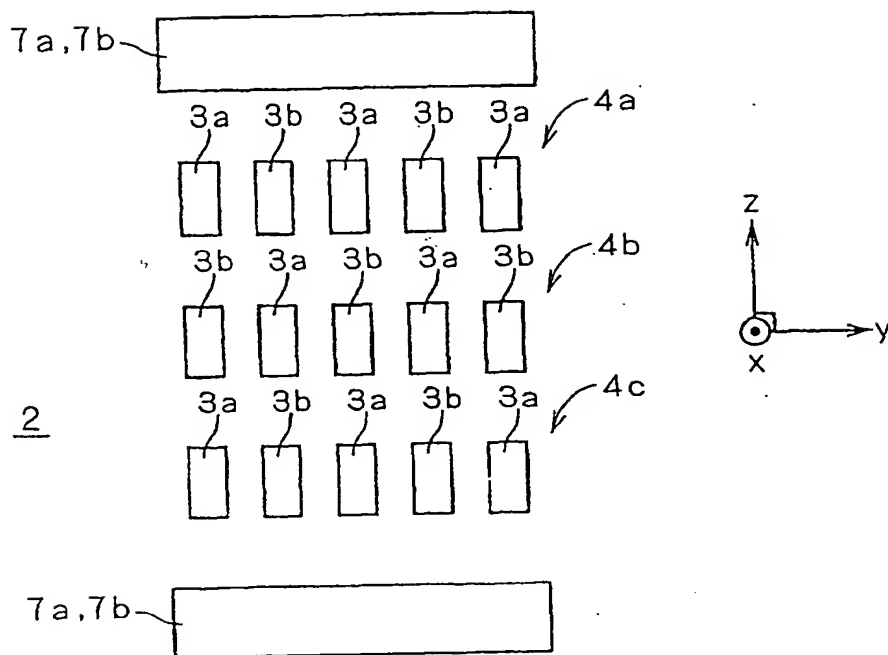
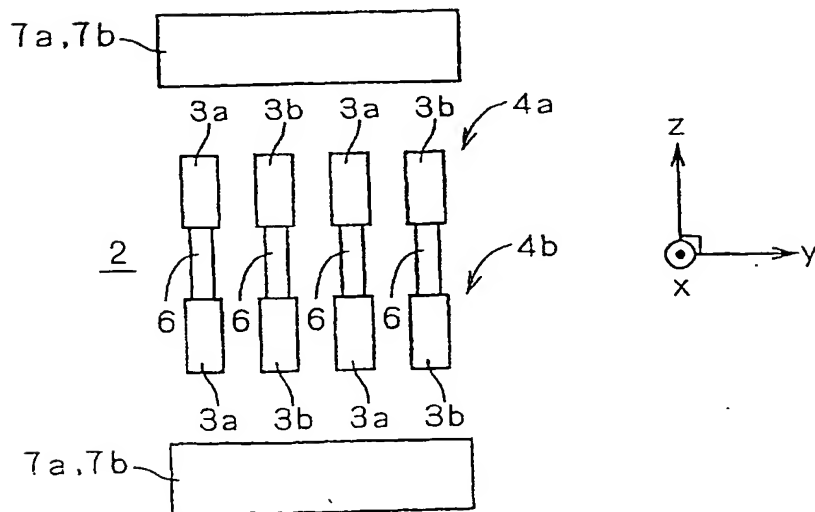
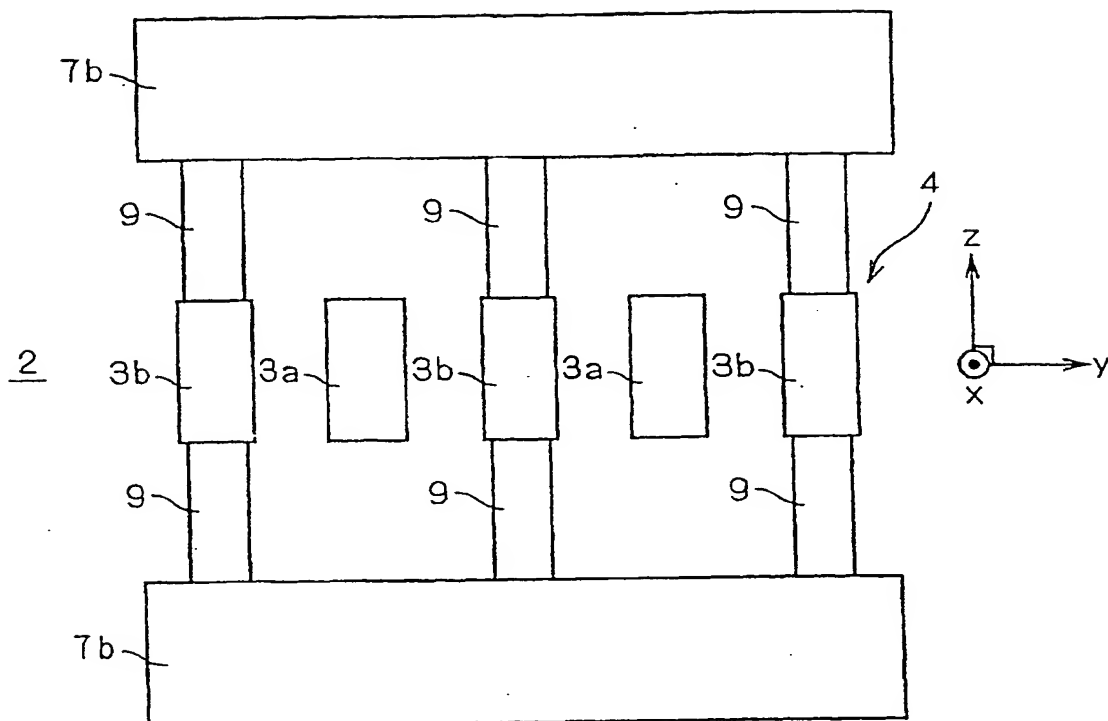


FIG. 19

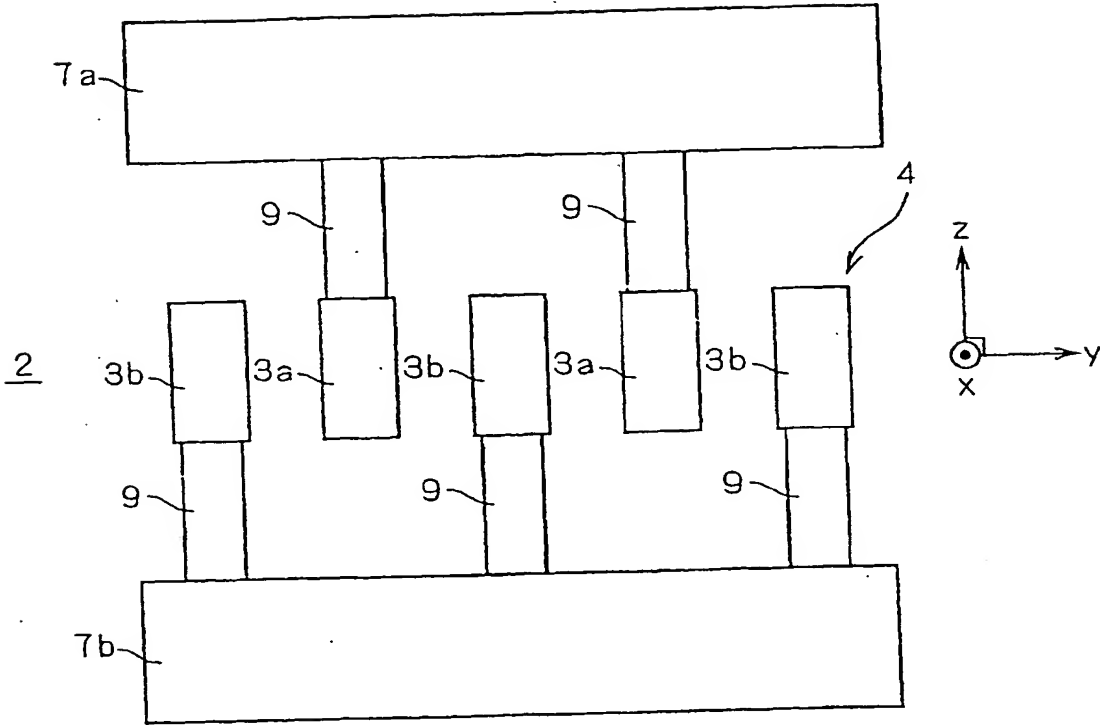


F I G . 20





F I G . 21



*F I G . 22*

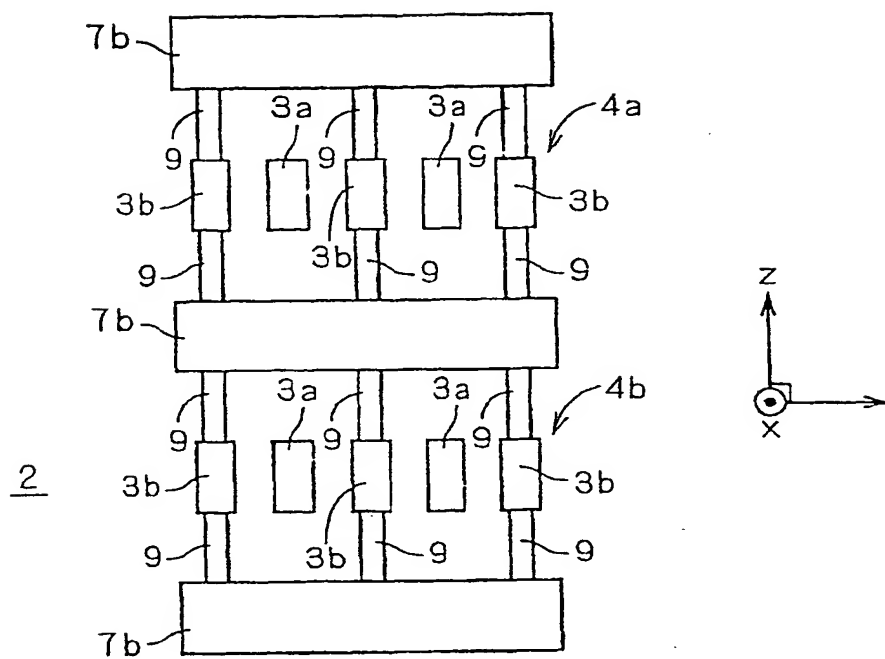


FIG. 23

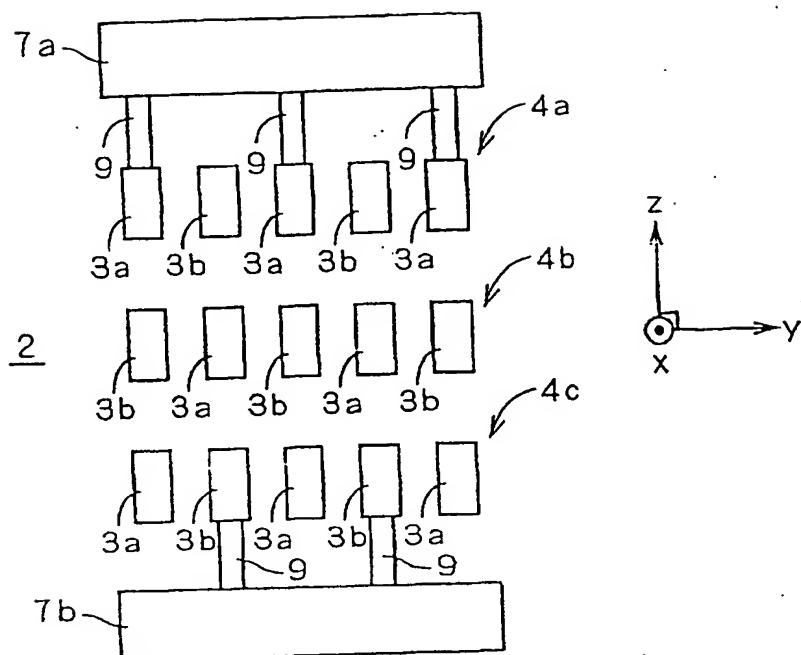
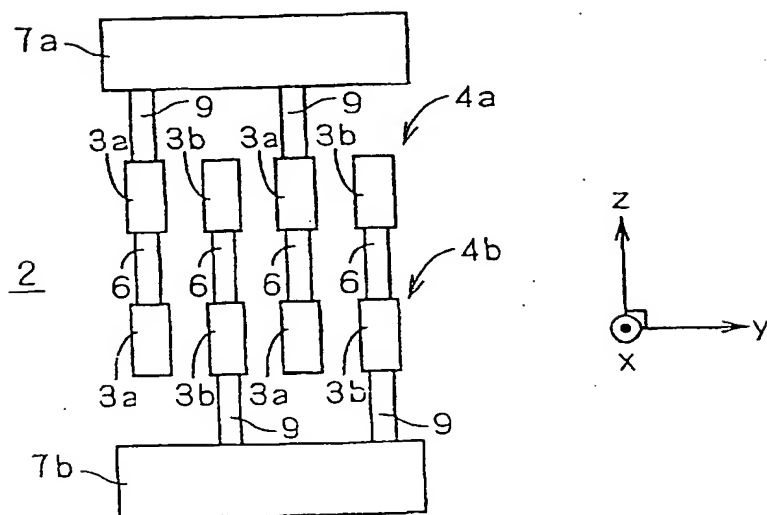


FIG. 24



F I G . 25

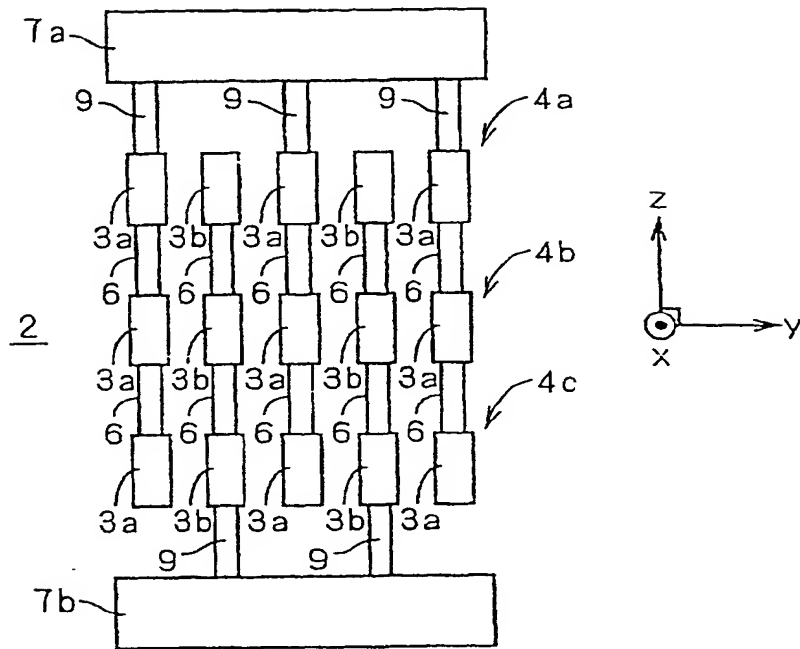
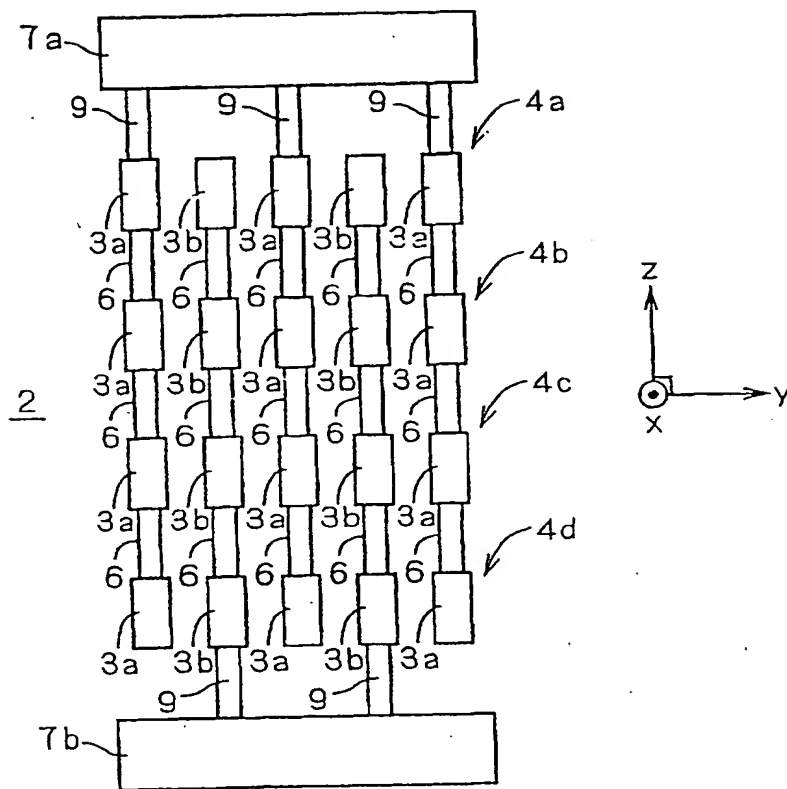
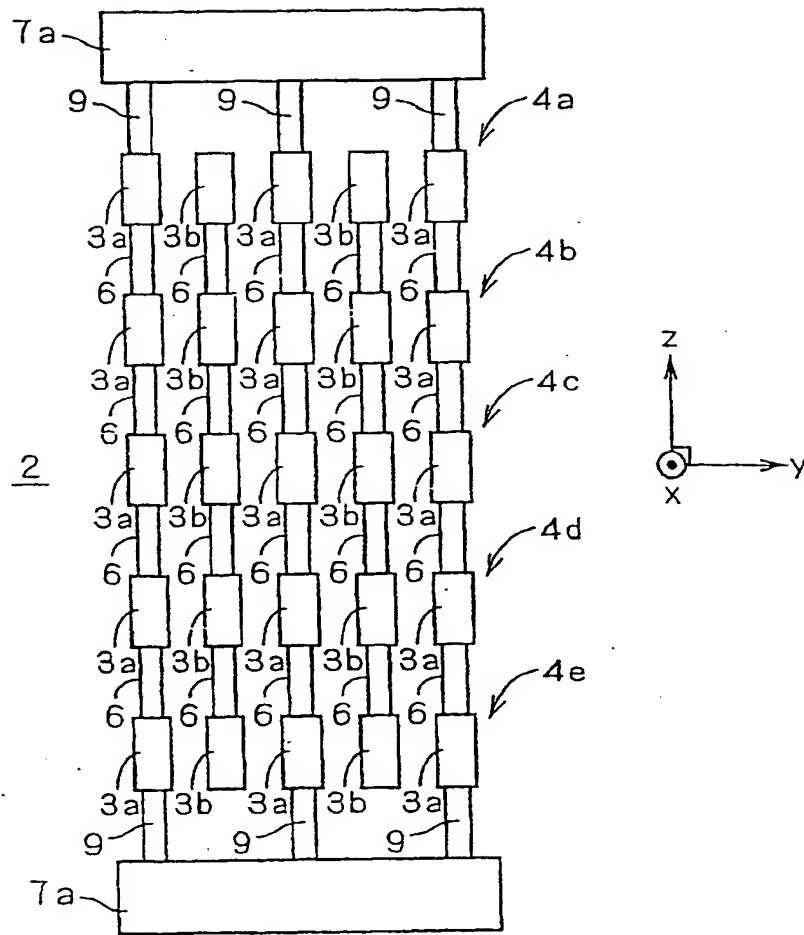


FIG. 26

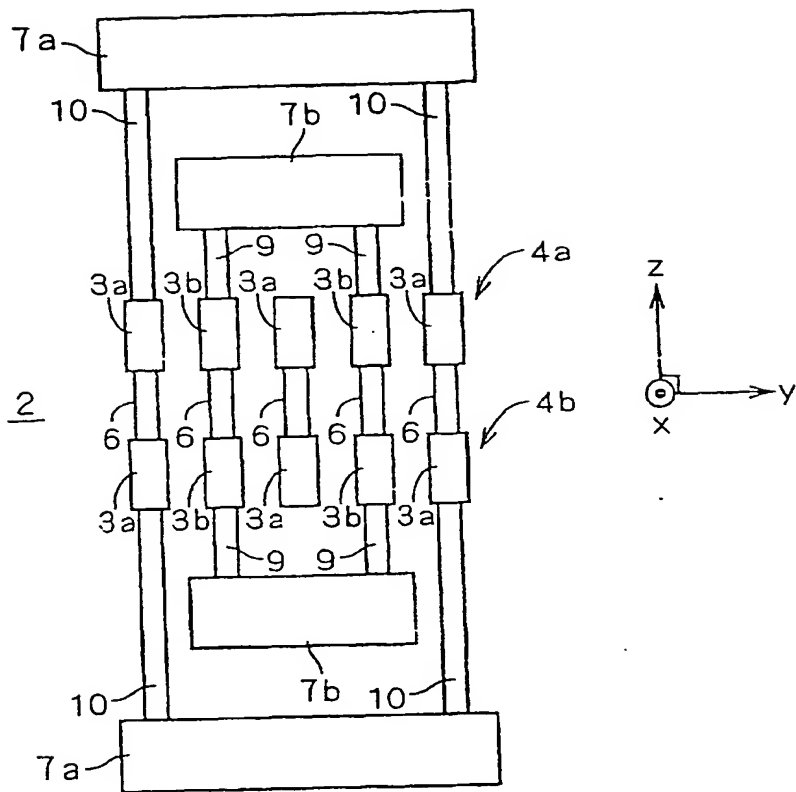


*F I G . 27*

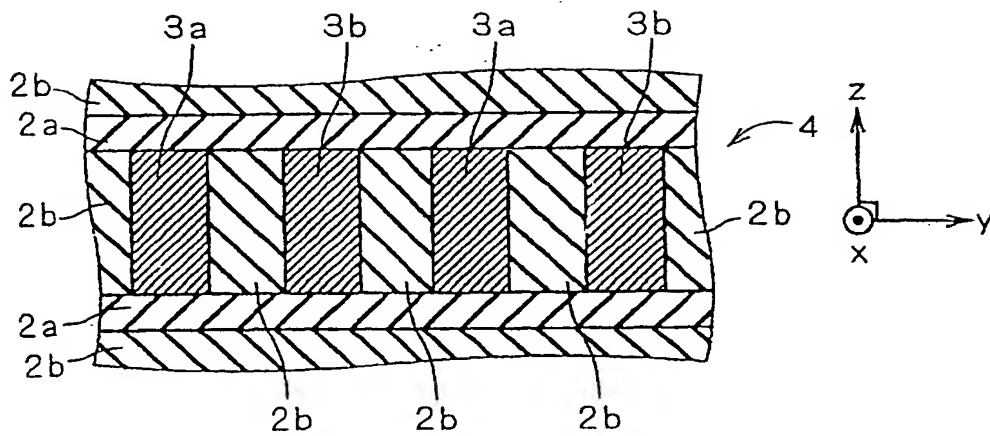




F I G . 28



F I G . 2 9



F I G . 3 0

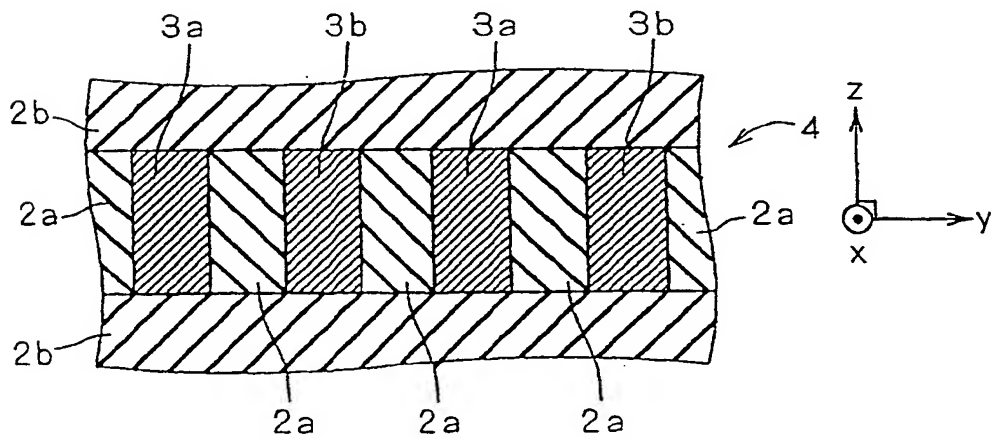


FIG. 31

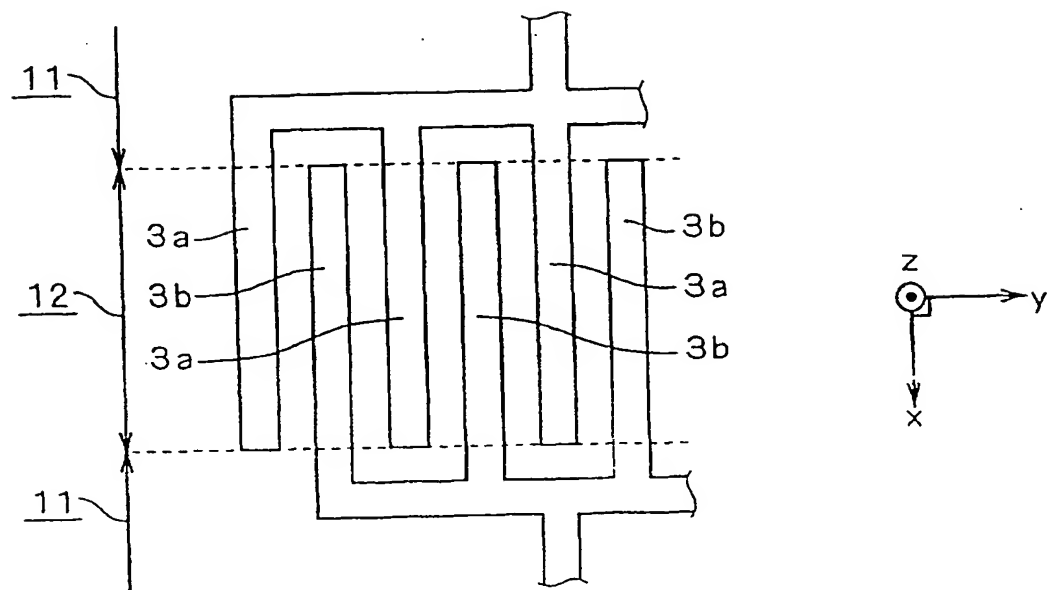
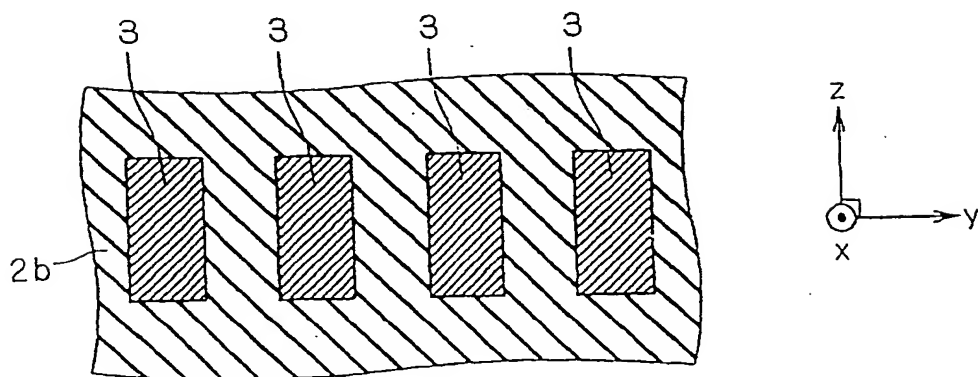
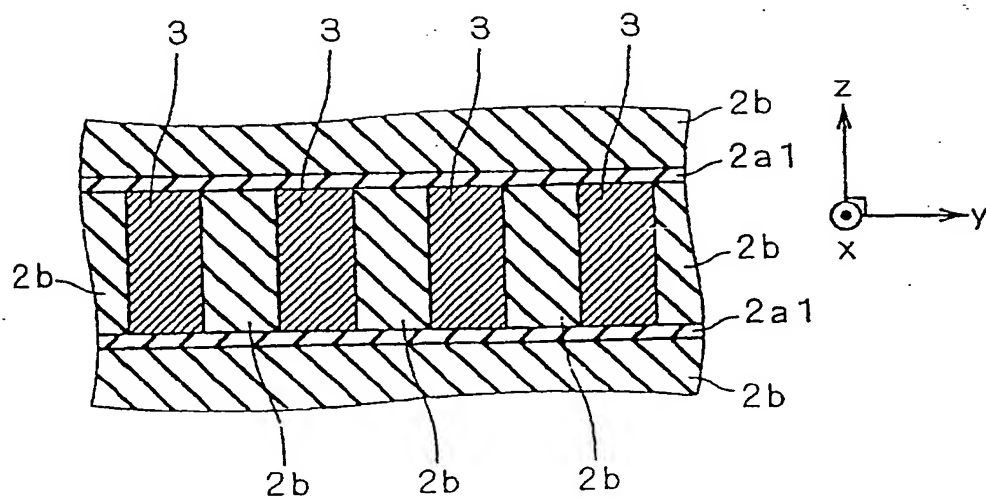


FIG. 32



*F I G . 33*



*F I G . 34*

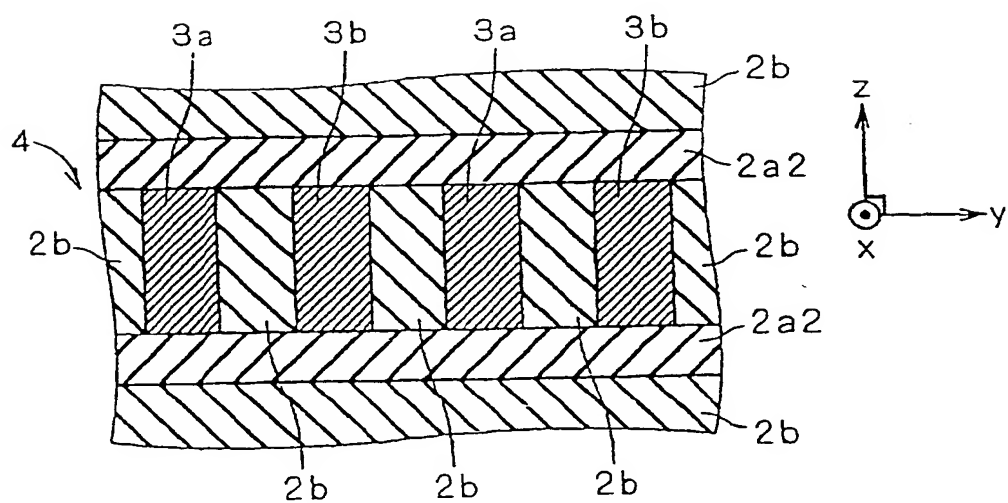


FIG. 35

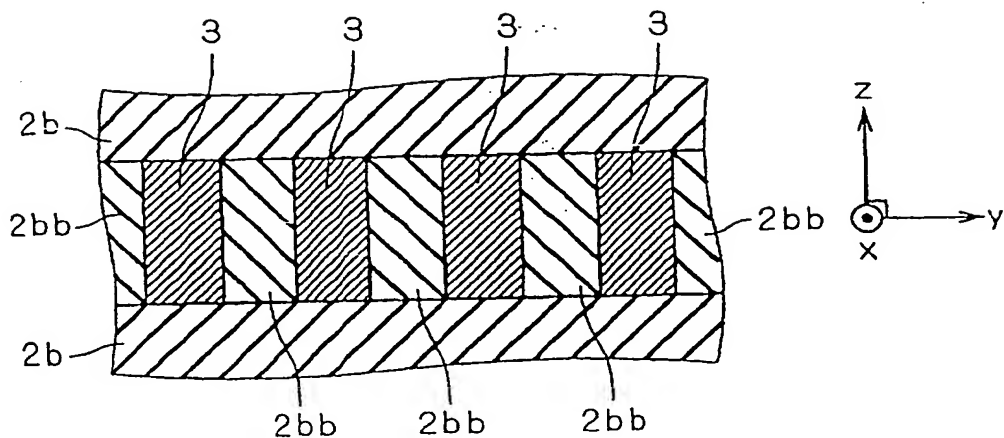
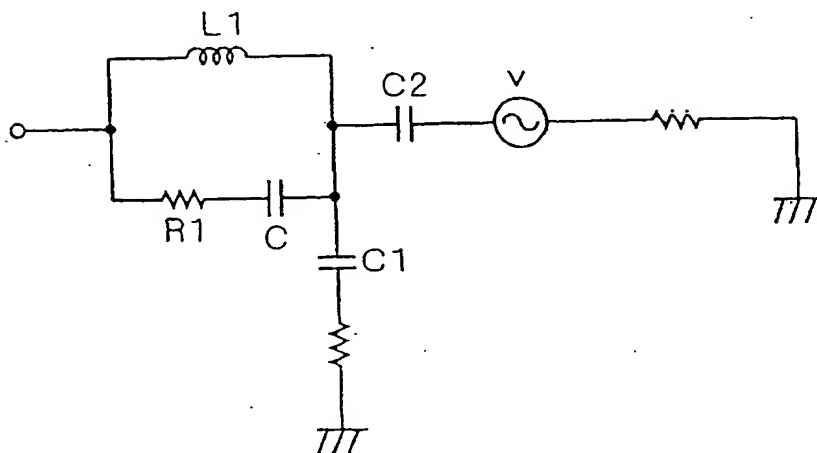
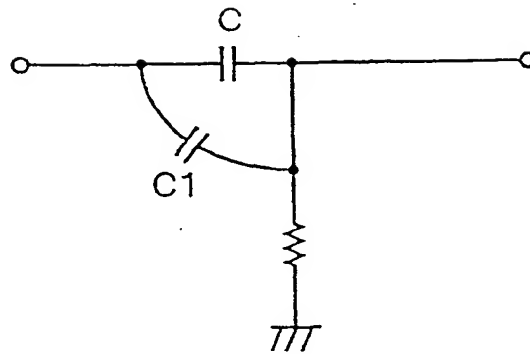


FIG. 36



*F I G . 3 7*



*F I G . 3 8*

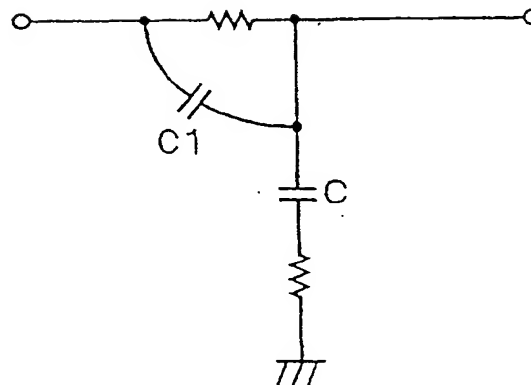




FIG. 39

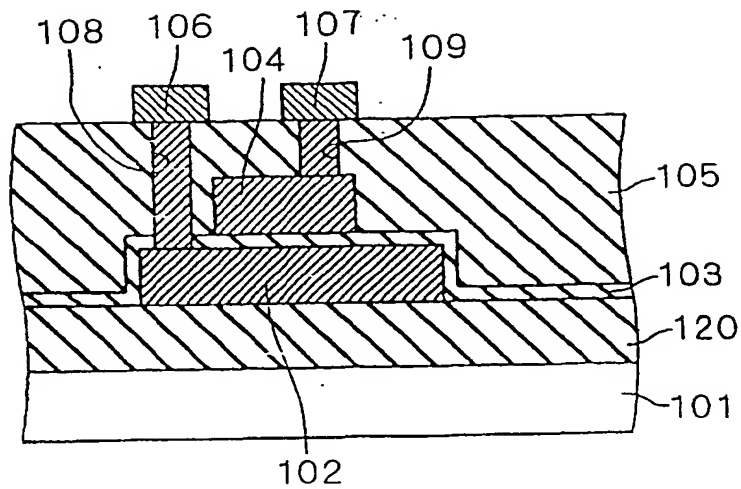
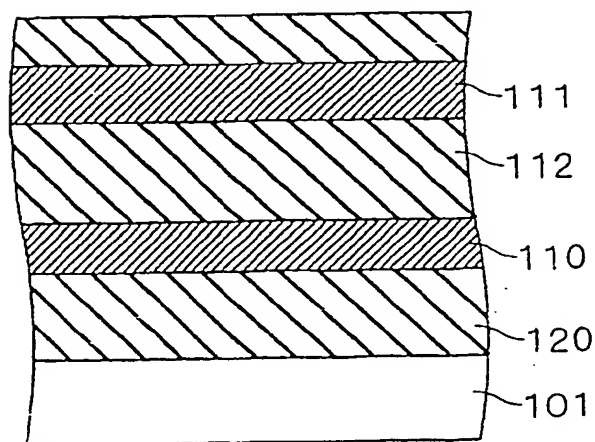
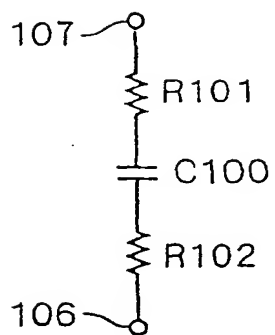


FIG. 40



*F I G . 4 1*



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**